AAS2913

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERECTORADO ACADÉMICO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTIÓN
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

# PLAN PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS PROYECTOS DE UNA EMPRESA DE DESARROLLO DE SOFTWARE FINANCIERO

Presentado por

**Tamaronis Marcano, Evelia del Valle**

Para optar al grado de
**Especialista en Gerencia de Proyectos**

Asesor
**López Corrochano, Emmanuel**

Caracas, Noviembre de 2011

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERECTORADO ACADÉMICO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTIÓN
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

# PLAN PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS PROYECTOS DE UNA EMPRESA DE DESARROLLO DE SOFTWARE FINANCIERO

Presentado por

**Tamaronis Marcano, Evelia del Valle**

Para optar al grado de
**Especialista en Gerencia de Proyectos**

Asesor
**López Corrochano, Emmanuel**

Caracas, Noviembre de 2011

Caracas, 21 de Noviembre de 2011

Directora del Programa Gerencia de Proyectos
Estudios de Postgrado
Universidad Católica Andrés Bello (UCAB)
Presente.-

Referencia: **Aprobación del Asesor**

Tengo a bien dirigirme a Usted a fin de informarle que he leído y revisado el borrador final del Trabajo Especial de Grado titulado "**PLAN PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS PROYECTOS DE UNA EMPRESA DE DESARROLLO DE SOFTWARE FINANCIERO**", presentado por Evelia del Valle Tamaronis Marcano, titular de la cédula de identidad N° 11.163.663, como parte de los requisitos para optar al Título de **Especialista en Gerencia de Proyectos**.

A partir de dicha revisión, considero que el mencionado Trabajo Especial de Grado reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a evaluación por el distinguido Jurado que tenga(n) a bien designar.

Atentamente,

Ing Emmanuel López C.

C. I. Nº 3.189.576

# DEDICATORIA

A Dios, a la Santísima Virgen del Valle, a Jesús y al Dr. José Gregorio Hernández, por toda la fuerza, valor y salud que me dieron cuando más lo necesité.

A mi mamá, que es mi roca, mi valor, mi fortaleza, mi ejemplo, mi ídolo.

## AGRADECIMIENTO

A mi tutor, Ing. Emmanuel López, por su gran disposición a guiarme en esta investigación y por transmitirme una parte valiosa de su amplio conocimiento sobre la materia.

A mis compañeros de clase, ya que su excelencia me motivó a dar lo mejor de mí en cada oportunidad.

# ÍNDICE

APROBACIÓN DEL ASESOR ..... iii

DEDICATORIA ..... iv

AGRADECIMIENTO ..... v

ÍNDICE ..... vi

LISTA DE FIGURAS ..... x

LISTA DE TABLAS ..... xi

LISTA DE ANEXOS ..... xii

RESUMEN ..... xiii

INTRODUCCIÓN ..... 1

CAPITULO I

1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN ..... 4

1.1 Planteamiento del problema ..... 4

1.2 Objetivos de la investigación ..... 6

1.2.1 Objetivo General ..... 6

1.2.2 Objetivos específicos ..... 6

1.3 Justificación de la investigación ..... 7

1.4 Alcance ..... 7

1.5 Limitaciones ..... 8

CAPÍTULO II

2. MARCO DE REFERENCIA ..... 9

2.1 Marco teórico ..... 9

2.1.1 Antecedentes de la investigación ..... 9

2.1.2 Bases teóricas ..... 11

2.1.2.1 Calidad ..... 12

2.1.2.2 Gerencia de Proyectos ..... 16

2.1.2.3 Modelos de desarrollo de software ..... 19

2.1.2.4 Calidad del proceso de desarrollo de software ..... 20

2.1.2.5 Calidad del producto de software ..... 21

2.1.2.6 Gerencia de proyectos de software ..... 27

2.1.2.7 Gerencia de la calidad en proyectos ..... 28

2.1.3 Definición de términos básicos ..... 34

2.1.4 Bases legales ..... 36

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO ..... 39

3.1 Tipo y diseño de la investigación ..... 39

3.2 Unidad de estudio, población y muestra. ..... 39

3.3 Recolección, procesamiento y análisis de datos. ..... 40

3.4 Metodología ..... 41

3.5 Variables. Definición real y operacional. ..... 42

3.6 Consideraciones éticas ..... 45

CAPITULO IV

4. MARCO ORGANIZACIONAL ..... 46

4.1. Reseña organizacional ..... 46

4.2. Visión y Misión ..... 46

4.3. Objetivos ..... 46

4.4. Planes de la organización ..... 47

4.5. Políticas y objetivos de calidad ..... 47

CAPÍTULO V

5. DISEÑO Y DESARROLLO ..... 48

5.1. Objetivo específico N° 1: Determinar las causas de las fallas del software entregado a los clientes. ..... 48

5.2. Objetivo específico N° 2: Determinar los procesos clave para la gestión de calidad. ..... 63

5.3. Objetivo específico N° 3: Describir el proceso de elaboración de un plan para la gestión de la calidad con base en el PMBOK y las normas ISO relacionadas..... 70

5.4. Objetivo específico N° 4: Diseñar un plan para la gestión de la calidad en proyectos de desarrollo de software financiero..... 73

CAPÍTULO VI

6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS ..... 88

CAPÍTULO VII

7. EVALUACIÓN DEL PROYECTO ..... 93

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 95

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 97

# LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Relación entre las áreas de conocimiento que sustentan la investigación .... 11

Figura 2: Ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar ..... 16

Figura 3: Grupos de procesos de la Gerencia de Proyectos ..... 17

Figura 4: Correspondencia entre áreas de conocimiento y grupos de procesos ..... 19

Figura 5: Modelo en cascada ..... 20

Figura 6: Procesos del modelo definido en la norma ISO/IEC 12207:2008 ..... 21

Figura 7: Ubicación de los procesos de la Gerencia de la Calidad ..... 30

Figura 8: Diagrama Causa – Efecto de la afectación a la completitud funcional..... 58

Figura 9: Diagrama Causa – Efecto de la afectación a la correctitud funcional ..... 58

Figura 10: Diagrama Causa – Efecto de la afectación al uso del tiempo ..... 59

Figura 11: Diagrama Causa – Efecto de la afectación a la capacidad ..... 59

Figura 12: Diagrama Causa – Efecto de la afectación a la interoperabilidad ..... 60

Figura 13: Diagrama Causa – Efecto de la afectación a la protección de errores de usuario ..... 60

Figura 14: Diagrama Causa – Efecto de la afectación a la estética de la interfaz de usuario ..... 61

Figura 15: Diagrama Causa – Efecto de la afectación a la madurez ..... 61

Figura 16: Diagrama Causa – Efecto de la afectación a la capacidad de recuperación 62

Figura 17: Diagrama Causa – Efecto de la afectación a la confidencialidad..... 62

# LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Características y sub-características de la calidad en uso ..... 22

Tabla 2: Características y sub-características del modelo de calidad del producto ..... 24

Tabla 3: Operacionalización de variables ..... 43

Tabla 4: Afectación de las incidencias por característica del modelo de calidad de producto ..... 49

Tabla 5: Afectación de las incidencias por sub-característica del modelo de calidad de producto ..... 49

Tabla 6: Correspondencia entre sub-características afectadas y preguntas realizadas al personal ..... 51

Tabla 7: Causas y sub-causas que afectan a las sub-características de calidad ..... 52

Tabla 8: Procesos clave del proyecto y el producto para la gestión de calidad ..... 69

Tabla 9: Plan para la gestión de la calidad ..... 76

# LISTA DE ANEXOS

Anexo A Guía de entrevista sobre calidad de producto según el modelo de calidad de producto de la norma ISO/IEC 25010: 2011 – Causas de las fallas presentadas.. 100

Anexo B Guía de entrevista sobre calidad de producto según el modelo de calidad de producto de la norma ISO/IEC 25010: 2011 – Características clave para la empresa ..... 104

Anexo C Formato de control de calidad – F.PYC. 070 Lista de Chequeo de Interlocutores Válidos..... 107

Anexo D Formato de control de calidad – F.PYC.071 Evaluación de Procesos ..... 109

Anexo E Formato de aseguramiento de calidad - F. PYC. 072 Auditoría interna de procesos ..... 111

**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO**
**VICERECTORADO ACADÉMICO**
**ESTUDIOS DE POSTGRADO**
**ÁREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTIÓN**
**POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS**

# PLAN PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS PROYECTOS DE UNA EMPRESA DE DESARROLLO DE SOFTWARE FINANCIERO

Autor: Evelia del Valle Tamaronis Marcano
Asesor: Emmanuel López Corrochano
Año: 2011

## RESUMEN

La empresa objeto de este estudio, que en lo sucesivo se identificará como Empresa de Desarrollo de Software Financiero (EDSF), se dedica al desarrollo de este tipo de software y con cierta frecuencia el producto entregado a sus clientes presenta fallas de funcionamiento, lo que les genera insatisfacción a éstos y hace que se incrementen los reclamos a la empresa. Se necesita garantizar que el software cumpla los requisitos establecidos y se reduzcan las fallas de funcionamiento. Debido a que las instituciones financieras manejan dinero e información de las personas y son controladas por entes reguladores, su software financiero debe funcionar siempre correctamente y garantizar la integridad de la información. Es por ello que el objetivo general de esta investigación fue diseñar un plan para gestionar la calidad de los proyectos de desarrollo de software financiero que garantice el logro de las especificaciones requeridas. Para ello, se determinaron las causas de las fallas en el software entregado a los clientes, se seleccionaron los procesos clave para la gestión de calidad, se describió el proceso de elaboración de un plan para la gestión de la calidad y se diseñó un plan de este tipo para proyectos de desarrollo de software financiero. El tipo de investigación fue proyectiva con diseño mixto (campo y documental), donde se captaron datos de empleados y directores de la empresa, se revisaron textos de ingeniería de software, el Project Management Book of Knowledge, las normas ISO pertinentes y el método de desarrollo utilizado por la empresa. El plan diseñado para la gestión de la calidad de los proyectos de desarrollo de software espera reducir considerablemente las fallas en el software entregado a los clientes de la empresa, lo que brindará mayor satisfacción a éstos y abrirá posibilidades de generar futuras ventas.

**Palabras clave**: software, plan, gestión, calidad, financiero.
**Línea de trabajo**: Gerencia de la Calidad en Proyectos.

# INTRODUCCIÓN

Desde hace algunas décadas, la calidad de los productos y servicios ofrecidos a los clientes se ha convertido en un punto focal para las organizaciones de cualquier naturaleza a nivel local, regional o mundial. Esta necesidad puede derivarse tanto de la competitividad como requisito indispensable para mantenerse en el mercado como de las regulaciones impuestas por los gobiernos mundiales a través de su propio marco legal, para garantizar a su población una oferta de bienes y servicios de calidad. En ese sentido, las organizaciones que por convicción propia asumen que la excelencia debe ser una característica de todos sus procesos productivos, están ya varios pasos adelante en la búsqueda de la ansiada calidad.

En el caso de la empresa objeto de este estudio, que con el fin de preservar su identidad se denominará en lo sucesivo Empresa de Desarrollo de Software Financiero (EDSF), la orientación a la calidad está presente desde sus inicios. Los niveles directivos han establecido metodologías de trabajo orientadas a la calidad tanto para el área comercial como la de operaciones. La EDSF se dedica al desarrollo de software para el sector financiero y sus productos siempre han conseguido buena recepción entre sus clientes, siendo una aplicación de tipo *core* (núcleo) su producto principal. Caldentey, M. (2011) explica que "una aplicación *core* es el motor transaccional y contable de los productos financieros, ya sean cuentas de depósito, créditos o pólizas".

La aplicación mencionada, que es una versión ampliada y actualizada de un antiguo sistema informático de este tipo desarrollado por la misma empresa, soporta un extenso y creciente número de operaciones y actualmente se está comercializando para su venta en distintas instituciones venezolanas y latinoamericanas. Dada la importancia de las transacciones que se ejecutan a través de este sistema informático, las fallas que presenta cuando está en operación tienen un impacto negativo importante en la EDSF, en las instituciones financieras que son clientes de la misma y en las personas naturales y jurídicas que utilizan los servicios de dichas instituciones financieras.

La EDSF cuenta con una metodología de desarrollo de software y varios procedimientos documentados para la gestión de proyectos. Pero en la práctica, su producto principal presenta fallas de funcionamiento reportadas por los clientes con relativa frecuencia y de variada severidad. Se hace necesario garantizar la calidad del producto final entregado a los clientes, mediante acciones efectivas en los aspectos que corresponda.

El objetivo general de este trabajo de investigación fue diseñar un plan para la gestión de la calidad en los proyectos de desarrollo de software financiero que lleva a cabo esta empresa. Se utilizaron como bases principales las mejores prácticas para gerencia de la calidad en proyectos presentadas por el Project Management Institute (PMI) y los principios establecidos en los estándares internacionales de la *International Organization for Standardization* (ISO) relacionadas con calidad del producto de software (ISO/IEC 25010:2011), calidad del proceso de desarrollo (ISO/IEC 12207:2008), gerencia de proyectos de software (ISO/IEC/IEEE 16326:2009) y gerencia de la calidad en proyectos (ISO 10006:2003, ISO 10005:2005).

Para lograr el objetivo planteado, se utilizó el tipo de investigación proyectiva con diseño mixto, combinando el de campo y documental. El presente documento está estructurado en ocho capítulos, que se describen a continuación:

**Capítulo I: El problema de investigación.** Se presenta el planteamiento del problema y se formulan el objetivo general y los objetivos específicos de la investigación, así como la justificación de la misma.

**Capítulo II: Marco teórico y conceptual.** Se presentan los estudios anteriores realizados sobre el tema, las ideas principales de las teorías que sirvieron de base para el desarrollo de este estudio, los términos básicos para comprender tanto el problema planteado como la alternativa desarrollada y el contexto legal que se consideró en la investigación.

**Capítulo III: Marco metodológico.** Se explica el tipo y diseño de investigación seleccionados para abordar el desarrollo, se describe la unidad de estudio, población y

muestra seleccionada, se detallan las técnicas e instrumentos utilizados en la captación y análisis de los datos. Se operacionalizan los objetivos específicos al utilizarlos para determinar las variables del estudio, sus dimensiones e indicadores. Se señalan las consideraciones éticas seguidas durante el desarrollo de la investigación.

**Capítulo IV: Marco organizacional.** Se describen algunos elementos de la organización en la que se desarrolló la investigación, tales como su misión, visión, objetivos y políticas de calidad.

**Capítulo V: Diseño y desarrollo.** Se exponen las respuestas a los objetivos específicos planteados, obtenidos luego del procesamiento y análisis tanto de los datos captados como de la información contenida en los textos y documentos consultados.

**Capítulo VI: Análisis de los resultados.** Se establecen las relaciones entre los resultados obtenidos, las variables asociadas y los datos que dan respuesta a dichas variables.

**Capítulo VII: Evaluación del proyecto.** Se expone el grado de cumplimiento alcanzado para el objetivo general y los objetivos específicos.

**Capítulo VIII: Conclusiones y Recomendaciones.** Se presentan las inferencias derivadas de la investigación así como las recomendaciones dadas para su implementación.

Finalmente, se presentan las referencias a la bibliografía y documentos utilizados.

# CAPITULO I

# 1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

## 1.1 Planteamiento del problema

La empresa objeto de estudio, que se identifica en este trabajo por las siglas EDSF (Empresa de Desarrollo de Software Financiero), se dedica al desarrollo de sistemas informáticos capaces de abarcar todas las operaciones propias de una entidad financiera, tanto a nivel nacional como latinoamericano. Al inicio de la década de los 90, esta empresa diseñó y desarrolló un sistema informático bancario completo con la tecnología disponible para el momento, que comercializó e instaló con gran éxito al punto que muchos de sus clientes aún lo conservan en funcionamiento para su operativa diaria.

Este sistema informático bancario ha debido evolucionar para responder a las posibilidades que vienen ofreciendo los avances de la tecnología en cuanto a volumen y calidad de información, así como canales electrónicos de acceso para los clientes, por mencionar algunos de los más importantes.

Desde hace seis años, la EDSF comenzó el desarrollo de un nuevo software financiero que tiene como base el exitoso producto que comercializaron durante varios años. En esta versión, al ser desarrollada con una herramienta de cuarta generación (4GL), sería posible incorporar las funcionalidades que exigía la actividad bancaria y financiera actual.

Un sistema informático de cualquier naturaleza es producto de una intensa actividad de análisis, diseño y programación que, al ser realizada por humanos, está expuesta a errores y omisiones. Dadas las dimensiones de un software de esta naturaleza y la criticidad de las operaciones que se realizan con éste, los directores de la EDSF consideraron que era necesario adoptar una metodología de desarrollo de software que permitiera ordenar y estandarizar las actividades de levantamiento de información, análisis, diseño, programación, pruebas y entrega al cliente del producto final. Esto con

*la finalidad de generar un producto de software que cubriera y excediera las* expectativas de sus clientes, en el tiempo y costo presupuestados. Los directores se encargaron de realizar una adaptación de un modelo de desarrollo de software conocido como modelo en cascada, que debía ser aplicado para elaborar la nueva versión de su software financiero.

Dado que las instituciones financieras no son idénticas entre sí, sino que manejan sus propios procedimientos internos y ofrecen a sus clientes productos y servicios diferenciados, se hacía necesario incorporar nuevas funcionalidades al software financiero base o adaptar las ya existentes, para así cumplir con la operativa diaria de la institución financiera. En estos desarrollos también debía aplicarse el método adaptado para tal fin.

El esquema general de dicho método divide en etapas el desarrollo e instalación de software. Estas etapas abarcan desde el levantamiento de la información con el cliente hasta el seguimiento a las incidencias reportadas. Cada etapa se subdivide en fases, éstas en tareas y éstas a su vez en pasos y actividades realizar. Están especificadas por cada actividad el(los) responsables(s) por la empresa y por el cliente, de ser el caso, los documentos de entrada que se deben utilizar y los documentos de salida que deben generarse por la actividad. Para las entradas y salidas se indica además el estado requerido del documento: aprobado o firmado por el(los) responsables(s) de la actividad.

En la práctica diaria, lo establecido en la metodología no se cumple en su totalidad. Como un ejemplo de esta situación se puede señalar que todos los desarrollos deben ser aprobados por el responsable funcional de la empresa antes de ser enviados al cliente. El cargo de responsable funcional lo ejerce una persona con amplia experiencia en la actividad bancaria y que maneja eficazmente el software financiero desarrollado. Pero por diversas razones, la EDSF ha permitido que determinados desarrollos se enviaran al cliente sin pasar por la aprobación del responsable funcional. Con esta acción se pasaron por alto un conjunto completo de actividades, tareas y fases que

fueron establecidas en la metodología para asegurar que el producto cumpliera con los requisitos de funcionamiento esperado por los clientes.

En estas condiciones, se incrementa la aparición de incidencias en el producto final. Una incidencia es un funcionamiento no deseado de alguna parte del software financiero. La aparición de incidencias, aparte de afectar la operativa del cliente, es un retraso en las actividades diarias de la empresa. Cuando el cliente reporta una falla del sistema, el analista programador responsable debe interrumpir sus actividades, invertir tiempo para analizar la funcionalidad que presentó el problema, corregirla, probarla y enviarla al cliente. Esto también implica una nueva inversión de tiempo en retomar el tema que el analista programador interrumpió cuando llegó el reporte de la incidencia.

Dado que la EDSF está entregando a sus clientes productos de software financiero que no cumplen con los requisitos que éstos esperan, se planteó la siguiente interrogante para esta investigación: ¿cuáles deben ser los elementos de un plan para la gestión de la calidad del desarrollo de software financiero?

Para dar respuesta a esta interrogante se formularon los objetivos, general y específicos, los cuales se presentan a continuación.

## 1.2 Objetivos de la investigación

### 1.2.1 Objetivo General

Diseñar un plan para la gestión de la calidad en los proyectos de desarrollo de software financiero, que garantice el logro de los requisitos especificados.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar las causas de las fallas del software entregado a los clientes.
- Determinar los procesos clave para la gestión de calidad.
- Describir el proceso de elaboración de un plan para la gestión de la calidad con base en el PMBOK y las normas ISO relacionadas.
- Formular un plan para la gestión de la calidad para proyectos de desarrollo de software financiero.

## 1.3 Justificación de la investigación

Las operaciones y procesos ejecutados por instituciones financieras venezolanas son considerados de alta criticidad porque deben manejar los fondos y los datos de sus clientes. Adicionalmente, algunos procesos de uso diario como la compensación electrónica de cheques y transferencias interbancarias de fondos deben realizarse dentro de una estricta banda horaria fijada por el Banco Central de Venezuela (BCV). Todo esto indica que los sistemas informáticos automatizados en que se apoye una entidad financiera deben ejecutar correctamente todas sus transacciones y procesos, pues cualquier falla es susceptible de afectar los fondos de los clientes y deteriorar tanto la imagen de la institución financiera como la de la empresa que desarrolló el software que éste utiliza.

El diseño de plan presentado en este trabajo de investigación proporcionaría una vía para incrementar la calidad del software que desarrolla la EDSF y así contribuir con el logro de sus objetivos y los de sus clientes.

Desde el punto de vista metodológico significaría un aporte para alcanzar la implementación exitosa del método de desarrollo de sistemas que posee la empresa, ya que se proponen controles para garantizar que las etapas clave del desarrollo se cubran de forma efectiva y así evitar el impacto negativo que pudieran causar en las características del producto final.

## 1.4 Alcance

Toda investigación debe delimitarse en función del espacio y el tiempo, indicando la materia específica en la que se circunscribe, la población y muestra a la que es aplicable y el punto en el tiempo asociado al fenómeno en estudio. Estos límites contribuyen a fijar la duración de la investigación y evita trabajos inconclusos debido a temas muy extensos (Tamayo, M., 1996)

Esta investigación consistió en realizar el diseño de un plan para gestionar la calidad en los proyectos de desarrollo de software financiero para el caso de una empresa específica dedicada al desarrollo de software. De este plan se especificaron todos los

elementos que componen un plan de gestión: actividades, recursos, procedimientos y momento de ejecución de las actividades. En este trabajo no se incluyó la especificación de los procesos para implementar el plan de gestión de la calidad.

Se toma como base para el análisis la situación de las fallas de operación presentadas en el período 2009 - 2011 por la aplicación tipo *core* instalada en el principal cliente de la EDSF objeto de este estudio.

## 1.5 Limitaciones

Hubo limitaciones para obtener las respuestas del personal de desarrollo con respecto a las causas de las fallas del software financiero en los clientes, tanto por razones de tiempo disponible como por la toma de medidas para mantener la confidencialidad de las respuestas durante las entrevistas.

Fue necesario no revelar la identidad de la empresa sobre la cual se desarrolló la investigación, para lo cual se utilizó la denominación genérica Empresa de Desarrollo de Software Financiero (EDSF).

# CAPÍTULO II

## 2. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1 Marco teórico

Para Hurtado, J. (2010) el marco teórico se refiere al "desarrollo teórico, conceptual, contextual, referencial... que da soporte a la investigación" (p. 58). Se selecciona una teoría con base a la cual el investigador definirá los eventos a estudiar y que le servirá como guía para realizar sus interpretaciones.

Por su parte, Tamayo, M. (ob. cit.) señala cuatro funciones del marco teórico:

- Delimitación del área a investigar, utilizando una teoría que sustente el problema planteado para identificar hechos relacionados entre sí.
- Sugerir nuevos puntos de vista para abordar el problema.
- Recopilar información sobre el conocimiento previo relacionado al área a investigar.
- Establecer las propuestas teóricas, conceptos y fundamentos que servirán para formular hipótesis de trabajo, construir la definición operacional de las variables y orientar al investigador en la ruta a seguir para resolver el problema planteado.

#### 2.1.1 Antecedentes de la investigación

Tamayo, M. (ob. cit.) señala que los antecedentes se refieren los resultados de trabajos anteriores relacionados con el problema de investigación que, al ser analizados y sintetizados, le sirven al investigador para conocer las soluciones que se han encontrado a problemas similares y que puedan ser útiles para dar respuesta al problema de su investigación. Así mismo, pueden orientarlo para precisar y comprender el problema planteado, definir el enfoque metodológico a aplicar y evitar que resuelva problemas ya resueltos.

Entre los estudios previos localizados en relación con el tema de esta investigación se encuentra el Trabajo Especial de Grado realizado por Carmen Cecilia Díaz Correa en el

año 2008, titulado "*Plan de la Calidad para la mejora del desarrollo de software*". Su objetivo general era estructurar un plan de calidad para la mejora de desarrollo de software a partir de la implementación de programas SPI (Software Process Improvement) y usando como referencia el modelo CMM/CMMI (Capability Maturity Model / Capability Maturity Model Integration). El diseño de la investigación fue documental, de tipo proyectiva. Las fuentes a las que acudió la autora fueron bibliográficas, documentales y electrónicas. Los instrumentos de recolección de datos utilizados fueron las fichas de autor, fichas textuales y fichas de títulos de libros y artículos. Entre sus conclusiones se encuentra que la implementación de procesos de mejora basados en el modelo CMMI permite la detección anticipada de errores, pues se establecen revisiones tras cada paso del proceso. Esto contribuye a reducir sensiblemente el número de errores posteriores a la entrega al cliente, lo que redunda en la satisfacción del mismo.

Otra investigación tomada como referencia es el Trabajo Especial de Grado presentado por Luis Eduardo Montañez Graterol en el año 2006, titulado "*Diseño de un modelo para el control de la calidad de los proyectos de desarrollo de software en las organizaciones del Estado venezolano*". El objetivo de esta investigación fue diseñar una metodología para la gestión de la calidad en el desarrollo de sistemas de información automatizados en la administración pública venezolana, tomando como base metodologías aceptadas. El estudio fue de tipo proyecto factible, apoyado en investigación de documental. La unidad de análisis a trabajar fue la calidad durante el desarrollo de sistemas de información, su población fueron las metodologías de control de calidad en el desarrollo de software existentes para el momento de realizarse la investigación y la muestra fueron tres de las más utilizadas: IDEAL (Initiating, Diagnosing, Establishing, Acting, Learning), SQUID (Software Quality in Development) y la metodología de calidad ISO 9001. Entre sus conclusiones señala que la implementación de planes de calidad necesita del apoyo y compromiso del equipo de trabajo y que la cantidad de métricas de calidad a aplicar deben estar adaptadas al equipo de trabajo y a la organización.

### 2.1.2 Bases teóricas

Los fundamentos teóricos en los que está sustentada esta investigación pertenecen a tres grandes áreas de conocimiento:

- Calidad
- Gerencia de proyectos
- Modelos de desarrollo de software

Cada una de ellas por separado posee su compendio particular de teorías, conceptos y vocabulario. Para articular un esquema de conocimientos que apoyaran la comprensión del problema de estudio y orientaran la búsqueda de su solución, se procedió a identificar las relaciones entre estas áreas de conocimiento y, con esta información, ubicar la documentación disponible que soportara y evidenciara dichas relaciones. El resultado de este ejercicio se puede observar en la figura 1, en la cual se utilizó un diagrama de Venn para representar las relaciones Calidad – Gerencia de Proyectos – Modelos de desarrollo de software. Cada intersección define un área de conocimiento más específica, que se utilizó para categorizar y ubicar la información que fuese más pertinente al problema del estudio.

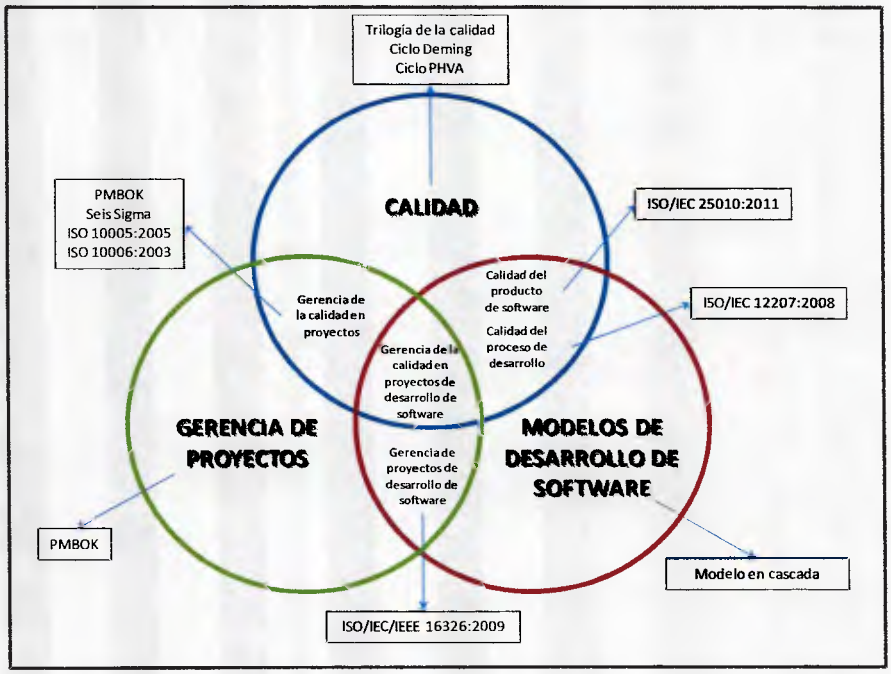



Figura 1: Relación entre las áreas de conocimiento que sustentan la investigación

Las bases teóricas que sustentan este estudio se presentarán agrupadas dentro de las siguientes categorías:

#### 2.1.2.1 Calidad

- Aportes de Joseph M. Juran

La Sociedad Mexicana para el Desarrollo de la Calidad Total, S.C. (2009) reseña la vida y los aportes del Dr. Juran. Los trabajos de este filósofo de la calidad nacido en Rumania en 1904 y mudado a Estados Unidos en 1912, han tenido gran influencia en la evolución histórica de la misma. Juran establece dos aspectos básicos sobre calidad: el nivel de ésta en un producto o servicio es una relación directamente proporcional a la cantidad de características entregadas que satisfacen al cliente. Como segundo aspecto, indica que la calidad está relacionada en forma inversa con la cantidad de defectos del producto o servicio entregado.

Sus mayores aportes han sido a la Administración de la Calidad, entre los que se cuentan la incorporación del elemento humano al tratamiento fundamentalmente estadístico de la misma, la identificación de las actividades vitales para los gerentes mediante el uso del principio de Pareto y el desarrollo de su trilogía de la calidad: planificación, control y mejora de la calidad. El mismo Dr. Joseph M. Juran (1986) detalla en qué consiste cada elemento de su enfoque:

- Planificación de la calidad: diseño de la ruta para lograr las metas de calidad
  - Identificar a los clientes internos y externos
  - Determinar sus necesidades
  - Diseñar productos/servicios cuyas características cubran dichas necesidades
  - Establecer metas de calidad que satisfagan a los clientes y proveedores, a un costo mínimo
  - Desarrollar procesos para obtener las características requeridas
  - Certificar la efectividad de dichos procesos bajo condiciones de operación

- Control de la calidad: lograr las metas de calidad mientras se ejecutan los procesos operativos
    - Seleccionar lo que se va a controlar
    - Seleccionar las unidades de medida a utilizar y cómo se aplicarán
    - Establecer los criterios de éxito para el desempeño de los procesos
    - Medir el desempeño de los procesos
    - Tomar nota de la diferencia entre el desempeño real y el deseado y actuar en consecuencia
- Mejora de la calidad: llevar los niveles de calidad del desempeño más allá de lo planificado
    - Demostrar que la mejora es necesaria
    - Identificar los proyectos para tal fin
    - Diagnosticar las causas de las no-conformidades
    - Proporcionar soluciones a estas causas
    - Demostrar la efectividad de dichas soluciones durante la operación
    - Incorporar las mejoras comprobadas en la operación normal

- Aportes de W. Edwards Deming

Cuatrecasas, Ll. (2010) señala los aportes a la evolución de la calidad durante el siglo XX de este estadístico estadounidense, nacido en Wyoming en el año 1900. Sus ideas para el empleo de la estadística en los procesos de control y la mejora de la calidad lo llevaron a Japón en la década de 1950 como conferencista, lo que tuvo un gran impacto en la reconstrucción de esta nación después de la Segunda Guerra Mundial.

Los aportes a la calidad por los que es más conocido mundialmente son los 10 puntos para la competitividad de las empresas y el Ciclo Deming, donde se especifican los procesos para llevar a cabo la mejora continua y la resolución de problemas. Este ciclo establece cuatro actividades básicas: planificar, realizar, comprobar y actuar e indica que éstas deben repetirse continuamente. Este concepto de mejora continua

desarrollado por Deming es uno de los fundamentos del enfoque denominado Gestión de la Calidad Total.

- Ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA)

Cuatrecasas, Ll. (ob.cit.) señala que la Gestión de la Calidad Total, conocida por sus siglas en inglés como TQM (*Total Quality Management*) es un enfoque de gerencia que busca expandir la calidad a todos los procesos y niveles de la organización, sin limitarla únicamente a la cadena de producción. Esta forma de gestión tuvo sus orígenes durante la Segunda Guerra Mundial y fue desarrollada gracias a los aportes de filósofos de la calidad como W. Edwards Deming y Joseph Juran. Su objetivo principal es lograr la satisfacción de los clientes y para ello se fundamenta en cuatro principios básicos.

1. Ajuste a los requisitos del cliente
2. Eliminación del despilfarro en los procesos
3. Práctica de la mejora continua
4. Participación activa de todos los integrantes de la organización.

Para esta investigación se hará énfasis en el tercer principio. La mejora continua consiste en la optimización progresiva de un elemento dado: un proceso, el ambiente de trabajo, las personas, etc. A diferencia de las innovaciones que suponen mejoras por grandes cambios en poco tiempo, a través de la mejora continua se producen cambios pequeños en forma gradual que van corrigiendo poco a poco las deficiencias existentes.

Para implementarla se puede recurrir al ciclo conocido como PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar) o PDCA por sus siglas en inglés (Plan-Do-Check-Act). Este ciclo es una optimización del propuesto por W. Edwards Deming, dado que a las cuatro fases básicas propuestas por éste, adiciona sub-etapas para Planificar y Actuar.

**Planificar:** en esta etapa se analiza la situación actual y se determinan las causas de los fallos, sus efectos, se prevén otros fallos potenciales y se determinan las acciones preventivas y correctivas aplicables. La finalidad de esta etapa es establecer los

objetivos de la mejora y los medios para lograrla. Las sub-etapas de la planificación en el ciclo PDCA son las siguientes:

a) Elegir el área de oportunidad
b) Registrar la situación inicial
c) Seleccionar las acciones correctivas idóneas
d) Observar resultados simulados

**Hacer:** en esta etapa se capacita a las personas para las actividades a realizar, se trabaja sobre el cambio de actitudes y se ejecutan las acciones previstas en la planificación. Estas acciones se ejecutan como una prueba piloto que, de resultar exitosa, se convertirá en un procedimiento formal.

**Verificar:** se chequean los resultados de aplicar las acciones planificadas, para comprobar si se han alcanzado los objetivos propuestos. En caso contrario, se debe regresar a la etapa de planificación para replantear la solución concebida.

**Actuar:** al comprobar la eficacia de las acciones ejecutadas, documentarlas e incorporarlas formalmente dentro de los procesos de la organización. Las sub-etapas en este punto del ciclo PDCA son las siguientes:

a) Confirmar la mejora y oficializarla
b) Reiniciar el ciclo o detenerlo

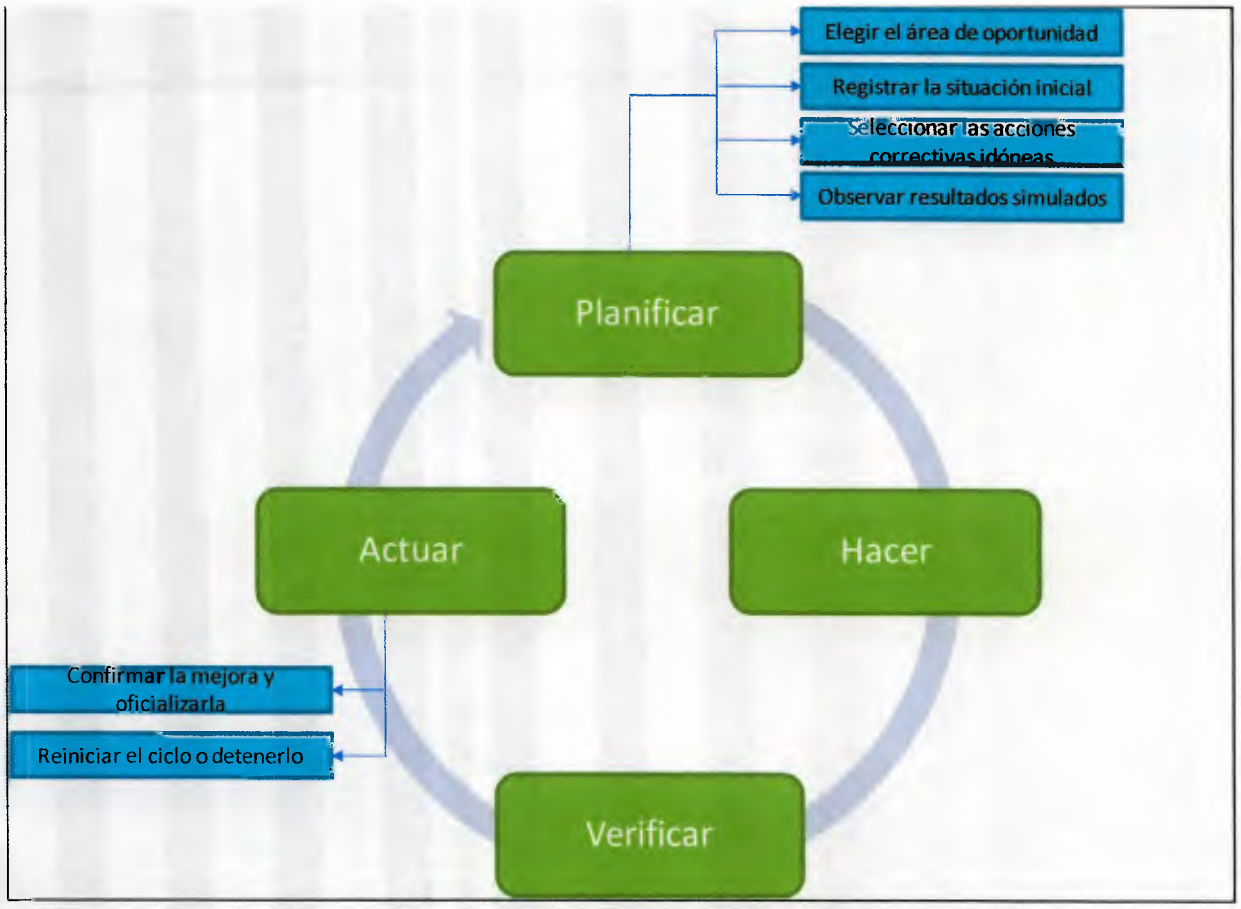



Figura 2: Ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar

### 2.1.2.2 Gerencia de Proyectos

En el ámbito de la gerencia de proyectos, el *Project Management Institute* (PMI) ha recopilado un conjunto de conocimientos y prácticas de uso común y comprobada utilidad, que contribuyen al desarrollo exitoso de proyectos y pueden aplicarse en éstos indistintamente de su naturaleza, tamaño o complejidad. Este compendio de conocimientos fue publicado bajo el título de "*A Guide to the Project Management Body of Knowledge*", conocida como *PMBOK Guide* (Guía del PMBOK), cuya última edición corresponde al año 2008.

El PMI (2008) define en el PMBOK la práctica de la gerencia de proyectos como la aplicación de un conjunto de conocimientos específicos durante todos los procesos que se ejecutan para el proyecto.

Los procesos están agrupados bajo cinco categorías:

**Grupo de procesos de Iniciación**: se refiere a los procesos realizados para definir un nuevo proyecto o fase y obtener la autorización para iniciarlo.

**Grupo de procesos de Planificación**: se refiere a los procesos destinados a definir el alcance del proyecto y establecer las acciones necesarias para conseguir los objetivos del mismo.

**Grupo de procesos de Ejecución**: se refiere a los procesos que ejecutan las actividades definidas en el plan de dirección del proyecto.

**Grupo de procesos de Seguimiento y Control**: se refiere a los procesos de seguimiento del progreso del proyecto, la regulación de sus actividades y la determinación de acciones a tomar para evitar el no cumplimiento de sus objetivos.

**Grupo de procesos de Cierre**: se refiere a los procesos destinados a finalizar el proyecto o una fase del mismo.

En la figura 3 se observa la interacción entre los cinco grupos de procesos.

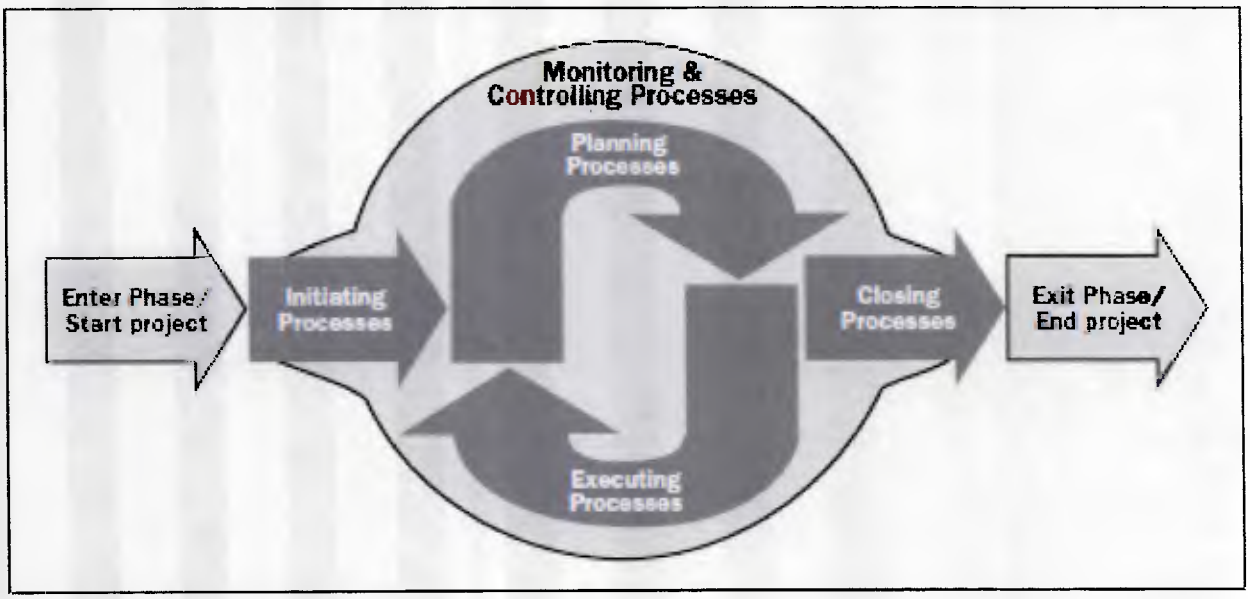



Figura 3: Grupos de procesos de la Gerencia de Proyectos
Fuente: PMI (2008)

Por otra parte, en el PMBOK también se encuentran nueve (9) áreas de conocimiento relacionadas con la dirección de proyectos. Las definiciones de dichas áreas que se presentan a continuación corresponden a las contenidas en el glosario de términos del PMBOK.

**Gerencia de la Integración**: procesos y actividades necesarias para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de la dirección de proyectos, dentro de los grupos de procesos de la gerencia de proyectos.

**Gerencia del Alcance**: procesos requeridos para garantizar que el proyecto incluya todo (y únicamente) el trabajo requerido para completarlo con éxito.

**Gerencia del Tiempo**: procesos requeridos para gestionar la conclusión a tiempo de un proyecto.

**Gerencia del Costo**: procesos involucrados en estimar, presupuestar y controlar los costos, de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.

**Gerencia de la Calidad**: procesos y actividades de la organización ejecutante que determinan responsabilidades, objetivos y políticas de calidad a fin de que el proyecto satisfaga las necesidades para las que lo lleva a cabo.

**Gerencia de los Recursos Humanos**: procesos que organizan y gestionan el equipo del proyecto.

**Gerencia de las Comunicaciones**: procesos requeridos para garantizar que la generación, recopilación, distribución, almacenamiento, recuperación y disposición final de la información del proyecto sean adecuados y oportunos.

**Gerencia del Riesgo**: procesos relacionados con llevar a cabo la planificación de la gestión, identificación, análisis de los riesgos y respuestas a los mismos, así como su monitoreo y control en un proyecto.

**Gerencia de las Adquisiciones**: procesos de compra o adquisición de los productos, servicios o resultados que es necesario obtener fuera del equipo del proyecto a fin de realizar el trabajo.

Para la dirección de proyectos, estas áreas de conocimiento se relacionan entre sí durante la ejecución del mismo, dando como resultado el diagrama de correspondencia entre áreas de conocimiento y grupos de procesos mostrado la figura 4.

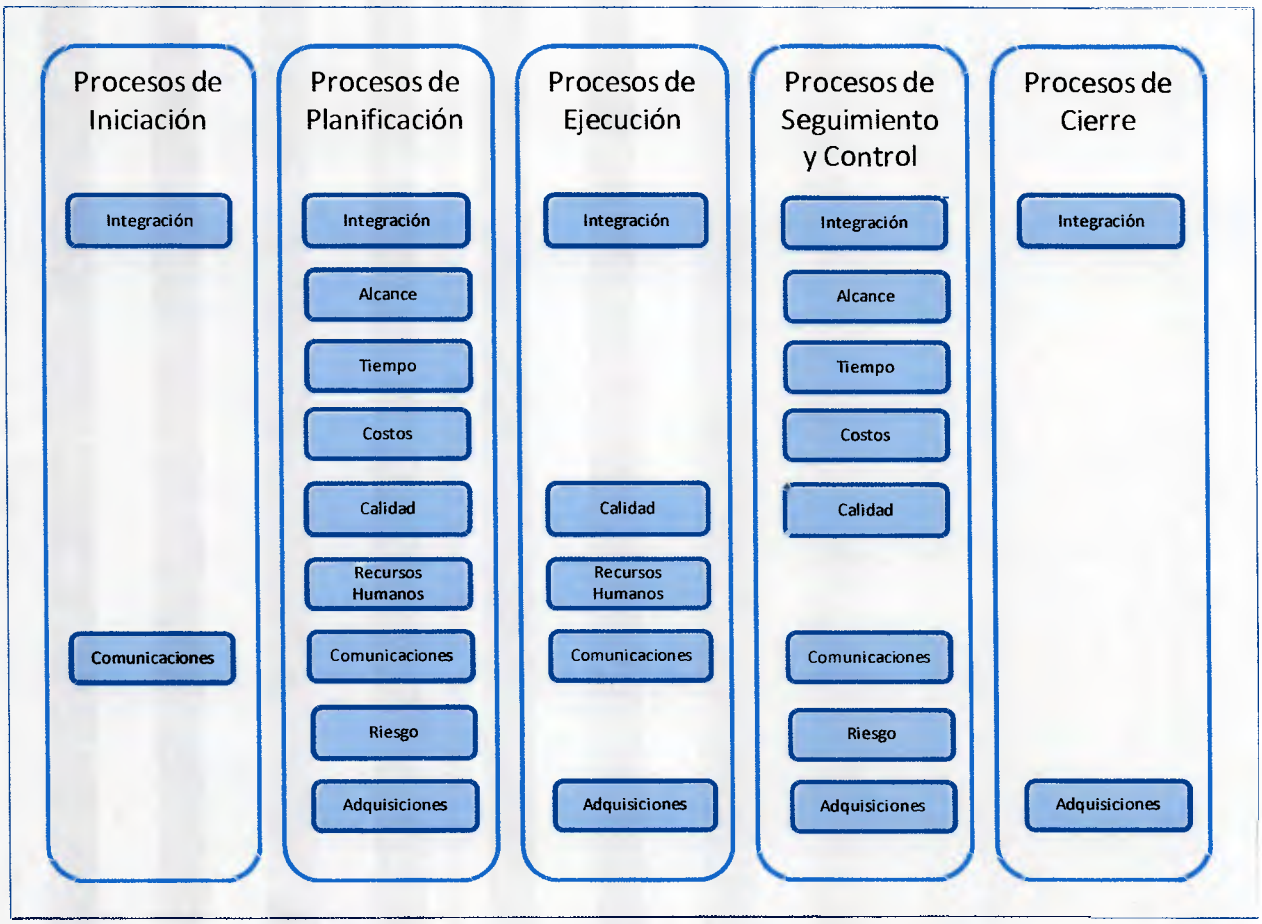



Figura 4: Correspondencia entre áreas de conocimiento y grupos de procesos
Fuente: Rojas, F. (2008)

### 2.1.2.3 Modelos de desarrollo de software

Antes de emprender un proceso de creación de software, se requiere que la organización que ejecutará dicho proceso haya seleccionado previamente un modelo de proceso que contemple, como señala Pressman, R. (2006), "acciones de ingeniería

de software, tareas, productos de trabajo, aseguramiento de la calidad y mecanismos de control de cambio para cada proyecto" (p. 50).

Uno de los modelos más antiguos, conocidos y utilizados en la industria de desarrollo de software es el llamado modelo en cascada, también conocido como ciclo de vida clásico. Bajo este enfoque, las actividades se ejecutan de forma secuencial durante toda la duración del proyecto, con iteraciones permitidas cuando surgen cambios en las especificaciones, y el cliente tiene acceso a un producto utilizable en las últimas etapas del proceso. Este modelo se recomienda cuando los requerimientos pueden establecerse claramente desde el inicio del proyecto y sufren pocos o ningún cambio durante el desarrollo del mismo.

En la figura 5 se observa el esquema de trabajo que propone el modelo en cascada.

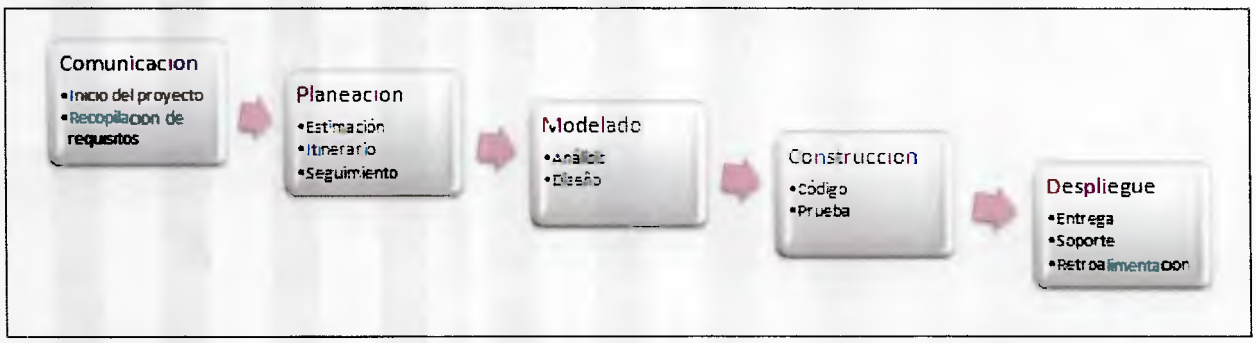



Figura 5: Modelo en cascada
Fuente: Pressman, R. (2006)

### 2.1.2.4 Calidad del proceso de desarrollo de software

La norma ISO/IEC 12207:2008 publicada el 18 de marzo de 2008, busca establecer un esquema de trabajo común para los *stakeholders* de un producto o servicio de software cuando realicen la adquisición, desarrollo, mantenimiento, suministro, operación y reemplazo de los mismos. Este esquema de trabajo se compone de un conjunto de procesos, actividades y tareas a llevarse a cabo, así de como la terminología correspondiente.

Esta norma establece que un producto de software cumple un ciclo de vida que comienza con la idea o necesidad que lo concibe y termina cuando es reemplazado.

Forma parte de un sistema mayor y más complejo, que involucra procesos y roles diferentes a los requeridos para la implementación del producto de software.

La norma identifica 43 procesos, organizados en dos grandes grupos:

- Procesos del ciclo de vida del sistema
- Procesos específicos del software

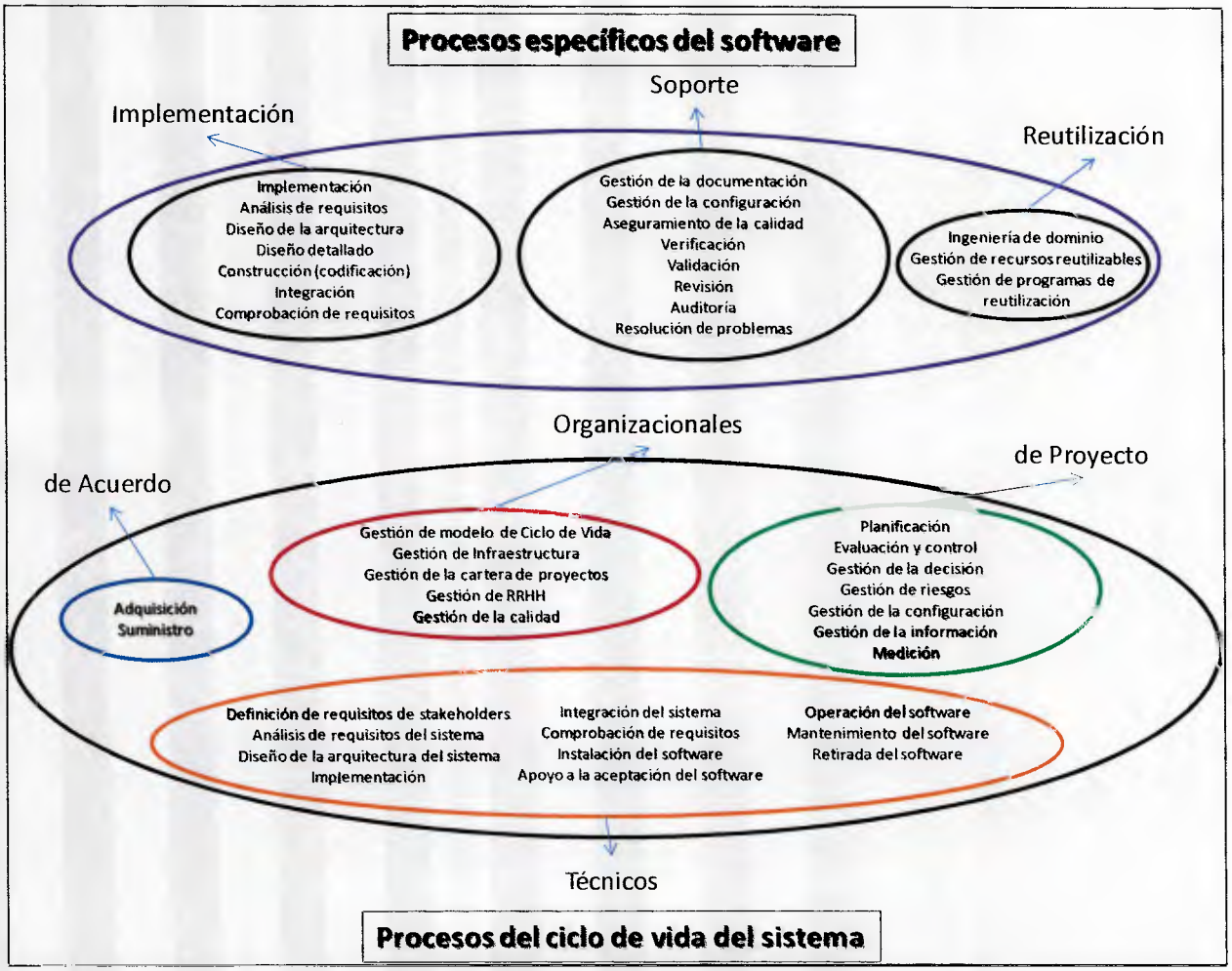



Figura 6: Procesos del modelo definido en la norma ISO/IEC 12207:2008
Fuente: ISO, (2008)

### 2.1.2.5 Calidad del producto de software

La *International Organization for Standardization* (ISO) en conjunto con la *International Electrotechnical Commission* (IEC) publicaron en marzo de 2011 la norma denominada "ISO/IEC 25010:2011 Ingeniería de sistemas y software – Requerimientos de calidad y

evaluación de sistemas y *software – Modelo de calidad para sistemas y software*", como una guía para la especificación, medición y evaluación de la calidad de los productos de software y sistemas computarizados. Está dirigida a varios de sus *stakeholders:* desarrolladores, personal de aseguramiento y control de calidad, evaluadores y adquirientes.

Esta norma proporciona dos modelos de calidad con base a los cuales se puedan definir características clave de calidad del software o sistema computarizado y especificar los requerimientos de calidad que respondan a dichas características, el criterio para satisfacerlos y las mediciones que apliquen.

Los modelos definidos, uno para la calidad en uso y otro para el producto en sí mismo, constan de un conjunto de características y sub-características organizados como una estructura jerárquica de dos niveles. Para la calidad en uso, definida en la norma como el resultado de la interacción entre el usuario y el producto cuando es operado dentro de un contexto específico, se establecen cinco características: efectividad, eficiencia, satisfacción, libre de riesgos y cobertura del contexto.

Tabla 1: Características y sub-características de la calidad en uso

| | |
|---|---|
| **Efectividad** | Precisión y completitud con la que los usuarios logran los objetivos especificados. |
| **Eficiencia** | Recursos utilizados en relación a la efectividad. |
| **Satisfacción** | Grado en el que son satisfechas las necesidades del usuario al utilizar un producto o sistema en un contexto específico. |
| Utilidad | Grado en el que el usuario está satisfecho con el logro que percibe de sus metas prácticas, incluyendo los resultados y las consecuencias del uso. |
| Confianza | Grado en el que el usuario u otro *stakeholder* confía en que el producto o sistema se comportará según lo esperado. |
| Placer | Grado en el que el usuario se siente agradado por cubrir sus necesidades personales. |
| Confort | Grado en el que la comodidad física satisface al usuario. |

.../...

(continuación)

| | |
|---|---|
| **Libre de riesgos** | Grado en el que un producto o sistema mitiga riesgos potenciales a la situación económica, vida humana, salud o el ambiente. |
| Mitigación de riesgo económico | Grado en el que un producto o sistema mitiga el riesgo potencial a la situación financiera, operación eficiente, propiedad comercial, reputación u otros recursos al ser utilizado en los contextos correspondientes. |
| Mitigación de riesgo a la seguridad y la salud | Grado en el que un producto o sistema mitiga el riesgo potencial a las personas al ser utilizado en los contextos correspondientes. |
| Mitigación de riesgo ambiental | Grado en el que un producto o sistema mitiga el riesgo potencial a la propiedad o el ambiente al ser utilizado en los contextos correspondientes. |
| **Cobertura del contexto** | Grado en el que un producto o sistema puede ser utilizado con efectividad, eficiencia, satisfacción y sin riesgos, tanto en su contexto de uso correspondiente como en otros que superen lo especificado inicialmente. |
| Completación del contexto | Grado en el que un producto o sistema puede ser utilizado con efectividad, eficiencia, satisfacción y sin riesgos en todos los contextos de uso especificados en los requerimientos. |
| Flexibilidad | Grado en el cual un producto o sistema puede ser utilizado con efectividad, eficiencia, satisfacción y sin riesgos en contextos de uso que superen lo especificado inicialmente en los requerimientos. |

Fuente: ISO, (2011)

Por su parte, para la calidad del producto se definen ocho características: conveniencia funcional, eficiencia de ejecución, compatibilidad, usabilidad, fiabilidad, seguridad, mantenibilidad, portabilidad. Cada una de ellas se subdivide a su vez en sub-características, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2: Características y sub-características del modelo de calidad del producto

| | |
|---|---|
| **Conveniencia funcional** | Grado en el que un producto o sistema provee funciones que cubren necesidades establecidas e implícitas cuando se utilizan bajo condiciones especificadas. |
| Completitud funcional | Grado en el que las funcionalidades cubren todas las tareas y objetivos especificados del usuario. |
| Correctitud funcional | Grado en el que un producto o sistema provee resultados correctos con la precisión requerida. |
| Adecuabilidad funcional | Grado en el que las funcionalidades facilitan el cumplimiento de las tareas y objetivos especificados. |
| **Eficiencia de ejecución** | Rendimiento obtenido con respecto a la cantidad de recursos utilizados bajo condiciones establecidas |
| Uso del tiempo | Grado en el que el tiempo de procesamiento y respuesta de un producto o sistema cumplen los requerimientos cuando están en operación. |
| Uso de los recursos | Grado en el que la cantidad y el tipo de recursos utilizados por un producto o sistema cumplen los requerimientos cuando están en operación. |
| Capacidad | Grado en el que los límites máximos de los parámetros para un producto o sistema cumplen con los requerimientos. |
| **Compatibilidad** | Grado en el que un producto, sistema o componente puede intercambiar información con otros productos, sistemas o componentes, y/o realizar las funciones requeridas mientras comparte el mismo ambiente de hardware o software. |
| Co-existencia | Grado en el que un producto puede ejecutar sus funciones eficientemente mientras comparte ambiente y recursos comunes con otros productos, sin impactar negativamente a ninguno de ellos. |
| Interoperabilidad | Grado en el cual dos o más sistemas, productos o componentes pueden intercambiar información y usar la información intercambiada. |

.../...

(continuación)

| | |
|---|---|
| **Usabilidad** | Grado en el cual un producto o sistema puede ser usado por los usuarios indicados para lograr las metas especificadas con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso especificado. |
| Adecuabilidad reconocible | Grado en el cual los usuarios pueden reconocer que un producto o sistema es apropiado para sus necesidades. |
| Capacidad de ser aprendido | Grado en el cual un producto o sistema puede ser usado por los usuarios especificados para lograr la meta de aprender a utilizarlo con efectividad, eficiencia, satisfacción y sin riesgos en un contexto de uso especificado. |
| Operabilidad | Grado en el cual un producto o sistema tiene atributos que lo hacen fácil de operar y controlar. |
| Protección de errores de usuario | Grado en el cual un sistema protege al usuario de cometer errores. |
| Estética de la interfaz de usuario | Grado en el cual una interfaz de usuario provee una interacción agradable y satisfactoria para éste. |
| Accesibilidad | Grado en el cual un producto o sistema puede ser utilizado por personas con el rango más amplio de características y capacidades para alcanzar una meta especificada en el contexto de uso indicado. |
| **Confiabilidad** | Grado en el cual un producto, sistema o componente realiza funciones especificadas, bajo condiciones específicas, durante un período de tiempo establecido. |
| Madurez | Grado en el cual un sistema, producto o componente cumple con la confiabilidad requerida bajo operación normal. |
| Disponibilidad | Grado en el cual un sistema, producto o componente está operativo y accesible cuando se requiere utilizarlo. |
| Tolerancia a fallas | Grado en el cual un sistema, producto o componente opera según lo esperado, a pesar de que existan problemas de hardware o software. |

.../...

(continuación)

| | |
|---|---|
| Capacidad de recuperación | Grado en el cual un producto o sistema, al ocurrir una falla o interrupción, puede recuperar la data directamente afectada y restablecer el estado adecuado del sistema. |
| **Seguridad** | Grado en el que un producto o sistema protege los datos e información, de modo que las personas u otros productos o sistemas tienen el grado apropiado de acceso a los datos según sus tipos y niveles de autorización. |
| Confidencialidad | Grado en el cual un producto o sistema asegura que la data está accesible sólo a quienes estén autorizados a accesarla. |
| Integridad | Grado en el cual un sistema, producto o componente previene acceso no autorizado o la modificación de datos o programas. |
| Aceptación | Grado en el cual se puede probar que las acciones o eventos tuvieron lugar, de modo que no puedan ser rechazadas después. |
| Imputabilidad | Grado en el cual las acciones de una entidad pueden ser atribuidas únicamente a dicha entidad. |
| Autenticidad | Grado en el cual puede probarse que la identidad de un sujeto o recurso es la que dice ser. |
| **Mantenibilidad** | Grado de efectividad y eficiencia con el cual un producto o sistema puede ser modificado por el personal de mantenimiento indicado. |
| Modularidad | Grado en el cual un sistema o programa de computación está conformado por componentes discretos tales que un cambio en uno de ellos tiene un impacto mínimo en otros componentes. |
| Reusabilidad | Grado en el cual un elemento puede utilizarse en más de un sistema, o en la construcción de otro elemento. |

.../...

(continuación)

| | |
|---|---|
| Capacidad de ser analizado | Grado de efectividad y eficiencia con el cual es posible evaluar el impacto de un posible cambio una o más partes de un producto o sistema, de diagnosticar las deficiencias o causas de las fallas de un producto o de identificar las partes a ser modificadas. |
| Capacidad de ser modificado | Grado en el cual un producto o sistema puede ser modificado efectiva y eficientemente sin que se le agreguen defectos o se degrade la calidad existente del producto. |
| Capacidad de ser probado | Grado de efectividad y eficiencia con el cual se puede establecer criterios de prueba para el sistema, producto o componente y se pueden realizar las pruebas para determinar si los criterios han sido satisfechos. |
| **Portabilidad** | Grado de efectividad y eficiencia con el cual un sistema, producto o componente puede ser transferido de un hardware, software, ambiente operativo o de usuario a otro. |
| Adaptabilidad | Grado en el cual un producto o sistema puede ser adaptado efectiva y eficientemente a un hardware, software, ambiente operativo o de usuario que sea diferente o más actualizado. |
| Capacidad de ser Instalado | Grado de efectividad y eficiencia con el cual un producto o sistema puede ser instalado y/o desinstalado con éxito en un ambiente especificado. |
| Capacidad de ser reemplazado | Grado en el cual un producto puede reemplazar a otro producto de software especificado, para el mismo propósito y en el mismo ambiente. |

Fuente: ISO, (2011)

#### 2.1.2.6 Gerencia de proyectos de software

La norma ISO/IEC/IEEE 16326:2009 publicada el 15 de diciembre de 2009 por la *International Organization for Standardization* (ISO), la *International Electrotechnical Commission* (IEC) y el *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE), está dirigida especialmente a gerentes de proyecto pero aplica también a todo aquel que deba ejecutar, instaurar o mejorar alguno de los procesos del ciclo de vida del software

o de sistemas, definidos en las normas en la norma ISO/IEC 12207:2008 e ISO/IEC 15288:2008, respectivamente. Su objetivo es especificar los aspectos que debe contemplar un plan de gerencia de proyectos de software o de sistemas con uso intensivo de software.

Según esta norma, los aspectos a incluir deben ser los siguientes:

- Resumen del proyecto
- Referencias
- Definiciones
- Contexto del proyecto
- Planificación del proyecto
- Control y evaluación del proyecto
- Envío del producto
- Planes de los procesos de soporte
- Planes adicionales

#### 2.1.2.7 Gerencia de la calidad en proyectos

- Gerencia de la calidad según el PMI

El *Project Management Institute* (PMI) dedica el capítulo 8 del PMBOK a la Gerencia de la Calidad del Proyecto, que constituye una de las nueve áreas de conocimiento relacionadas con la dirección de proyectos. Según el PMI, gerenciar la calidad en un proyecto consiste en ejecutar los procesos y actividades necesarias para determinar las políticas y objetivos de calidad del mismo, así como las responsabilidades que conduzcan al cumplimiento de su propósito y la satisfacción de las necesidades que lo impulsaron.

El enfoque dado a la gerencia de la calidad por el PMI es compatible con el punto de vista expresado en los estándares internacionales de la *International Organization for Standardization* (ISO), las perspectivas de teóricos de la gerencia de calidad como

Deming, Juran y Crosby, así como enfoques ampliamente conocidos tales como *Total Quality Management* (TQM), Costo de la Calidad y Seis Sigma, entre otros.

En el PMBOK se contempla que la gerencia de la calidad debe abarcar tanto a los procesos del proyecto como al producto mismo. Evidentemente, este último caso implica que la organización que ejecuta el proyecto considere la naturaleza del producto para establecer el enfoque y las mediciones apropiadas. Sin embargo, gerenciar la calidad de los procesos del proyecto puede hacerse bajo un enfoque común para todos los tipos de proyecto.

La Gerencia de la Calidad del Proyecto comprende tres procesos que interactúan entre sí y, a su vez, con otros procesos de diferentes áreas de conocimiento. Las siguientes definiciones corresponden a las presentadas en el glosario de términos del PMBOK:

**Planificar la calidad**: proceso de identificar los requisitos de calidad y/o normas para el proyecto y el producto, así como de documentar la forma en que el proyecto demostrará el cumplimiento con los mismos.

**Realizar el aseguramiento de la calidad**: proceso de auditar los requisitos de calidad y los resultados obtenidos a partir de medidas de control de calidad, a fin de garantizar que se utilizan definiciones de las operaciones y normas de calidad adecuadas.

**Realizar el control de la calidad**: monitorear y registrar los resultados de la realización de las actividades de control de calidad, a fin de evaluar el rendimiento y recomendar los cambios que fueran necesarios.

En la figura 7 se muestra a cuál grupo de procesos de la gerencia de proyectos pertenece cada uno de los procesos descritos.

Figura 7: Ubicación de los procesos de la Gerencia de la Calidad
Fuente: PMI (2008)

La interacción entre estos procesos es vital para su funcionamiento. La planificación de calidad genera insumos para realizar el aseguramiento y el control de calidad. A su vez, el control de calidad genera información utilizada tanto por la planificación como por el aseguramiento de calidad.

- Seis Sigma

La metodología denominada Seis Sigma es una estrategia utilizada en la gestión de la calidad, durante el proceso de aseguramiento. Cuatrecasas, Ll. (ob. cit.) señala que su gran prestigio se deriva de los niveles de excelencia que permite alcanzar cuando es aplicada en la mejora de procesos. El término "seis sigma" se refiere a la amplitud de la tolerancia de defectos admitida, estableciendo ésta en ± 6 desviaciones estándar con respecto a la media de la distribución. Cada desviación se denota con s (sigma). El nivel de defectos obtenido queda establecido en 3,4 ocurrencias por cada millón de unidades.

Pressman, R. (ob. cit.) reseña que esta metodología es la de mayor uso actualmente en la industria de la ingeniería de software para el aseguramiento estadístico de la calidad. Define cinco pasos para su implementación, siendo los dos últimos aplicables cuando el proceso de software existente requiere ser mejorado.

- *Definir* los requisitos del cliente, entregables y metas del proyecto por medio de métodos bien definidos de comunicación con el cliente.
- *Medir* el proceso existente y su salida para determinar el desempeño de calidad actual (recopilación de métricas de defecto).
- *Analizar* las métricas de defecto y determinar las causas poco vitales.
- *Mejorar* el proceso eliminando las causas originales de los defectos.
- *Controlar* el proceso para garantizar que el trabajo futuro no vuelva a introducir causas de defectos. (p. 786)

- Norma ISO 10006:2003

La edición más actualizada de esta norma fue publicada el 15 de junio de 2003 y se denominó "Sistemas de Gestión de la Calidad – Guías para Gestión de la Calidad en Proyectos". Su objetivo es proporcionar directrices de gran utilidad para lograr los objetivos de calidad en un proyecto, independientemente de su tamaño, complejidad o naturaleza. Sirve de apoyo a la implementación de las prácticas de calidad expresadas en la familia de normas ISO 9000, especialmente la ISO 9004.

El campo de acción de las directrices presentadas en el estándar ISO 10006:2003 abarca tanto la calidad del proceso como la del producto, debido a que la adecuada gerencia de la calidad desde ambos puntos de vista es necesaria para lograr los objetivos del proyecto e impactar positivamente en sus *stakeholders.*

El estándar establece ocho principios fundamentales para la gestión de la calidad en los proyectos:

a) **Enfoque en el cliente**: las organizaciones deben entender y satisfacer las necesidades actuales y futuras de sus clientes y exceder sus expectativas. Los procesos del proyecto deben estar orientados a cubrir los requerimientos del cliente y los demás *stakeholders.*

b) **Liderazgo**: *el gerente del proyecto debe ser una persona que pueda transmitir al* equipo que el trabajo que realizan tiene un propósito común. Debe tener un grado de autoridad que le posibilite ejercer sus funciones plenamente y es el responsable de la gestión de la calidad del proyecto.

c) **Involucrar a las personas**: si los integrantes del equipo de proyecto están involucrados completamente, sus habilidades beneficiarán el desarrollo del mismo. Cada persona debe tener claramente definidas sus responsabilidades y la autoridad que se derive de ellas, deben tener las competencias requeridas y contar con los recursos necesarios para desempeñar sus tareas.

d) **Enfoque de procesos**: una forma efectiva de lograr un resultado es organizar en forma de procesos a las actividades y los recursos necesarios para la obtención de dicho resultado.

e) **Gerenciar desde un enfoque de sistema**: los procesos del proyecto no deben entenderse como entes aislados, sino como elementos que interactúan entre sí, con interfaces definidas y que trabajan para lograr un objetivo común.

f) **Mejora continua**: tanto la organización que origina el proyecto como la que lo elabora deben estar comprometidas con el mejoramiento sostenido de la efectividad y eficiencia de los procesos del proyecto que cada una tenga bajo su responsabilidad. Este principio se basa en el concepto Planear-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA), conocido como PDCA (*Plan-Do-Check-Act)* por sus siglas en inglés.

g) **Toma de decisiones basada en hechos**: para que la toma de decisiones en el proyecto sea efectiva, debe estar basada en el análisis de información de ejecución y progreso del proyecto, proveniente de datos debidamente registrados.

h) **Relaciones mutuamente beneficiosas con los proveedores**: una relación de este estilo entre la organización que ejecuta el proyecto y sus proveedores, mejora la capacidad de ambos para crear valor. En este sentido, deben trabajar en conjunto en la definición de estrategias de adquisición, requisitos del producto y procesos a llevar a cabo por el proveedor.

- Norma ISO 10005:2005

La segunda edición de esta norma fue publicada el 01 de junio de 2005 y se denominó "Sistemas de Gestión de la Calidad – Guías para planes de calidad". Es un complemento a la norma ISO 10006:2003 y proporciona orientación para elaborar planes de calidad para procesos, productos, proyectos o contratos de cualquier industria o tipo de producto. Se enfoca principalmente en los procesos del producto.

Para desarrollar un plan de calidad, la norma describe cuatro etapas:

1. Identificar para qué se necesita el plan de calidad, cuál situación requiere que se implemente un plan de este tipo.
2. Identificar la información que se utilizará como entrada para elaborar el plan de calidad, entre las que se cuentan los requerimientos del producto y el proyecto y las especificaciones de calidad del cliente y el marco legal regulatorio.
3. Definir el alcance del plan, estableciendo cuáles procesos serán cubiertos por éste.
4. Elaborar el plan, tomando en cuenta estas premisas:
   a. Identificar al responsable de elaborar el plan de calidad.
   b. En el plan se debe indicar el procedimiento a seguir para realizar las actividades que se llevarán a cabo o hacer referencia al documento que contenga esta información.
   c. Se deben identificar los roles, responsabilidades y deberes relacionados con el cumplimiento de las actividades, tanto dentro la organización como en el cliente y las demás partes interesadas.
   d. El contenido y formato del plan debe responder al alcance definido, las entradas identificadas y los requerimientos de los interesados, así como ofrecer el nivel de detalle que requiera la situación.
   e. El plan puede presentarse como un solo documento global o como un plan por cada necesidad a resolver. El contenido puede estar en diversas formas, por ejemplo: tablas, texto narrativo o diagrama de flujo.

### 2.1.3 Definición de términos básicos

**Proyecto:** esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. (PMBOK, 2008, p. 11)

**Interesado (*stakeholder*):** personas y organizaciones como clientes, patrocinadores, organización ejecutante y el público, involucrados activamente con el proyecto o cuyos intereses pueden verse afectados de manera positiva o negativa por la ejecución o conclusión del mismo. Pueden influir sobre el proyecto y sus entregables. (PMBOK, 2008, p. 120)

**Crítico:** la Real Academia Española (1992) lo establece como el "tiempo, punto, ocasión, etc., el más oportuno, o que debe aprovecharse o atenderse" (p. 598). La criticidad tiene que ver con la prioridad que se le otorga a la atención de un punto u ocasión.

Las definiciones siguientes corresponden a las presentadas en la Norma Internacional ISO 9000:2005 Sistemas de gestión de la calidad – Fundamentos y vocabulario.

**Calidad:** grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.

**Sistema:** conjunto de elementos mutuamente relacionados o que interactúan.

**Gestión:** actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización.

**Sistema de gestión:** sistema para establecer la política y los objetivos, así como los medios para lograr dichos objetivos.

**Gestión de la calidad:** actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización en lo relativo a la calidad.

**Sistema de gestión de la calidad:** sistema de gestión para dirigir y controlar una organización con respecto a la calidad.

**Política de calidad:** intenciones globales y orientación de una organización relativas a la calidad, tal como se expresan formalmente por la alta dirección.

**Objetivos de la calidad:** algo ambicionado o pretendido, relacionado con la calidad.

**Plan de la calidad:** documento que especifica qué procedimientos y recursos asociados deben aplicarse, quién debe aplicarlos y cuándo deben aplicarse a un proyecto, producto, proceso o contrato específico. En la nota 1 de esta definición se señala que estos procedimientos son los referidos a los procesos de gestión de la calidad y a los de elaboración del producto.

**Plan de Gestión de la Calidad:** documento que describe cómo el equipo de dirección del proyecto implementará la política de calidad de la organización ejecutante. (PMBOK, 2008, p. 111)

**Auditoría:** proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias de la auditoría y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar el grado en que se cumplen los criterios de auditoría.

**Evidencias de auditoría:** registros, declaraciones de hechos o cualquier otra información que son pertinentes para los criterios de auditoría y son verificables.

**Criterios de auditoría:** conjunto de políticas, procedimientos o requisitos.

**Eficacia:** grado en que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados.

**Eficiencia:** relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados.

Las siguientes definiciones corresponden a las presentadas en la metodología de trabajo de la EDSF objeto de este estudio.

**Funcionalidad:** se refiere al programa o conjunto de programas del software financiero que procesan datos de entrada para producir un resultado acorde con las especificaciones de operación establecidas previamente.

**Responsable funcional**: es la persona encargada por parte de la EDSF de realizar las pruebas de las funcionalidades del sistema antes de entregarlas al cliente. Posee un amplio conocimiento de la operativa bancaria y de los módulos del software financiero que posee el cliente. Se encarga además de realizar las presentaciones y capacitación sobre los módulos a los usuarios finales.

**Analista programador**: es la persona encargada de analizar, diseñar y programar las funcionalidades del producto de software. Realiza las pruebas unitarias e integrales del mismo, así como la documentación técnica relacionada con el desarrollo realizado.

**Incidencia**: es todo comportamiento de una funcionalidad que no cumpla con los requisitos especificados por el cliente.

### 2.1.4 Bases legales

En el Capítulo VIII, artículo 117 de la **Constitución de la República Bolivariana de Venezuela** del año 2000 se establece que el acceso a productos y servicios de calidad es un derecho económico de las personas:

> Todas las personas tendrán derecho a disponer de bienes y servicios de calidad, así como a una información adecuada no engañosa sobre el contenido y características de los productos y servicios que consumen, a la libertad de elección y a un trato equitativo y digno. La ley establecerá los mecanismos necesarios para garantizar esos derechos, las normas de control de calidad y cantidad de bienes y servicios, los procedimientos de defensa del público consumidor, el resarcimiento de los daños ocasionados y las sanciones correspondientes por la violación de estos derechos. (p. 42)

En la Gaceta Oficial Nro. 37.148 del 28 de febrero de 2001 se incluye la publicación del **decreto con fuerza de ley Nro. 1.204 de fecha 10 de febrero de 2001 sobre mensajes de datos y firmas electrónicas**.

Este decreto otorga a las firmas electrónicas, los mensajes de datos y toda información electrónica inteligible la misma eficacia como medio de prueba que la ley vigente reconoce a los documentos escritos, a efectos de procesos administrativos y judiciales en que se solicite su utilización.

El uso de un mensaje de datos ante la ley como información que consta por escrito o como información en su forma original, dependen de que dicho mensaje se pueda mantener inalterado en su contenido, almacenado por tiempo indeterminado y disponible de consulta.

Los sistemas informáticos que utilicen los emisores y receptores de mensajes de datos deben estar en la capacidad de transmitir efectivamente el mensaje de datos, recibirlo, almacenarlo y emitir el acuse de recibo que corresponda, para que el mensaje pueda surtir sus efectos legales.

Este decreto con fuerza de ley iguala el tratamiento legal de los mensajes electrónicos al de los documentos escritos, pero para ello exige de dichos mensajes integridad y accesibilidad, para que resulten confiables. Para cubrir estos requisitos, los sistemas informáticos que generen y gestionen dichos mensajes deben presentar un funcionamiento correcto, a lo que contribuye una adecuada gestión de la calidad durante el desarrollo de los mismos.

El 07 de Octubre de 2002 se publica en la Gaceta Oficial nro. 37.543 la **Ley del Sistema Venezolano para la Calidad**, cuyo objeto es desarrollar los principios en materia de calidad establecidos en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela y establecer el marco legal del Sistema Nacional para la Calidad, así como los mecanismos que permitan "garantizar los derechos de las personas a disponer de bienes y servicios de calidad en el país" (p. 1)

En el artículo 6 de esta ley se establece que "las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, están obligadas a proporcionar bienes y prestar servicios de calidad" (p. 2). En su artículo 12 se indica que "las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas que suministren bienes y presten servicios, deberán indicar por escrito sus características de calidad y serán responsables de garantizarlas, a fin de demostrar el cumplimiento de dichas características ante cualquier usuario o consumidor" (p. 2). En ese mismo artículo, la ley señala que los proveedores de bienes y prestadores de servicios "deberán establecer fórmulas expeditas para dilucidar, hasta su total solución, las quejas y reclamos de los usuarios o consumidores" (p. 2).

En esta ley se reconoce la importancia de la satisfacción del usuario o consumidor en cuanto a los bienes o servicios que adquiere, ya que obliga a los productores de bienes o servicios a atender efectivamente las quejas que reciban sobre éstos.

La calidad de los productos o servicios debe ser demostrable, ya que las empresas productoras deben contar con soportes mediante los cuales se pueda verificar la calidad de los productos y servicios que adquieren los clientes.

El 15 de marzo de 2011 se publica la resolución nro. 083.11 de la Superintendencia de las Instituciones del Sector Bancario (SUDEBAN), denominada **Normas relativas a la protección de los usuarios y usuarias de los servicios financieros**. El objeto de la resolución es proteger los derechos de los clientes y usuarios del sistema financiero, estableciendo normas para la adecuada atención al público, la excelencia en la prestación del servicio, la disponibilidad e información sobre los productos y servicios ofrecidos y el procesamiento oportuno de los reclamos recibidos. Específicamente en cuanto a la calidad de los servicios, en su artículo 7 se refiere a la excelencia que deben poseer las operaciones procesadas en las taquillas, para evitarle al cliente o usuario tiempos de espera mayores a los 30 minutos (p. 4). En el artículo 13 se exige que las instituciones resguarden debidamente los datos personales de los clientes y darles un tratamiento adecuado que garantice "confidencialidad, imparcialidad y respeto" para dicha información (p. 5). El artículo 14 se refiere a la protección que se debe brindar ante posibles fraudes, mediante un sistema de alertas "seguras, transparentes y confiables" que informen a los clientes de las operaciones que se realizan con sus tarjetas de débito y crédito (p. 5).

# CAPÍTULO III

## 3. MARCO METODOLÓGICO

### 3.1 Tipo y diseño de la investigación.

La investigación a realizar se enmarca dentro del tipo investigación proyectiva. Esto se sustenta en lo que señala Hurtado, J. (2010) cuando establece que una investigación proyectiva "propone soluciones a una situación determinada a partir de un proceso de indagación. Implica explorar, describir, explicar y proponer alternativas de cambio, mas no necesariamente ejecutar la propuesta." (p. 114).

En el trabajo de investigación que se propone se realizará un diagnóstico de la situación actual de los proyectos de desarrollo software financiero de la empresa objeto de este estudio, identificada como EDSF (Empresa de Desarrollo de Software Financiero), para así poder analizar las causas que ocasionan las fallas en los productos entregados a los clientes y proponer un plan para la gestión de la calidad que garantice que éstos recibirán un producto que cumpla con todos los requisitos funcionales y técnicos.

El diseño de la investigación será mixto, combinando diseño de campo y documental. Según Hurtado, J. (ob. cit.), un diseño de investigación de campo es el que "alude a fuentes vivas, la información se recoge en su ambiente natural" (p. 148). Los datos de la situación actual a analizar se obtendrán directamente de las personas que trabajan en el desarrollo de software así como de los directores de la EDSF.

Por otra parte, se utilizará el diseño documental cuando se revise el manual del método de desarrollo de software propiedad de la EDSF, así como los formatos, plantillas y formularios asociados con ésta.

### 3.2 Unidad de estudio, población y muestra.

La unidad de estudio fue la empresa desarrolladora de software financiero (EDSF) objeto de esta investigación. La población fueron las funcionalidades entregadas a los

*clientes que posee la empresa, posteriores a la instalación y puesta en marcha de su* sistema financiero. Se seleccionó una muestra intencional no probabilística conformada por los desarrollos entregados entre el año 2008 y 2011 al cliente principal de la empresa.

### 3.3 Recolección, procesamiento y análisis de datos.

En este punto se señalan las técnicas e instrumentos que serán utilizados para la recolección de datos y el tipo de procesamiento y análisis que se realizará con ellos.

Según Hurtado, J. (ob. cit.), las técnicas corresponden a "los procedimientos utilizados para la recolección de los datos", mientras que los instrumentos "representan la herramienta con cual se va a recoger, filtrar y codificar la información" (p.153).

Se aplicó la técnica de revisión documental mediante una matriz de registro para asentar la información de las fallas de software no cerradas de las que la EDSF tenía registros y que correspondían al período 2008 – 2011. Se revisó la norma ISO/IEC 25010: 2010 para realizar la correspondencia entre las fallas de software reportadas y el modelo de calidad de producto detallado en dicha norma.

Se utilizó también la técnica de la entrevista y el tipo de instrumento aplicado fue una guía de entrevista. Tamayo, M. (ob. cit.) señala que en las investigaciones de campo es frecuente recurrir a la entrevista para obtener los datos y que ésta puede aplicarse en forma individual o colectiva. El objetivo de la entrevista fue captar los datos de los analistas programadores de la EDSF sobre la situación actual en cuanto a la calidad del producto y el proceso de desarrollo de software, con base la información derivada de la revisión documental. Se aplicó también una guía de entrevista a los directores de la EDSF, con el fin de precisar las características del software que consideran prioritarias para el producto que comercializan, atendiendo a la naturaleza del mismo, las características de sus clientes y las condiciones del entorno.

En cuanto al procesamiento y análisis de los datos, Sabino, C. (1980) señala que su objetivo es dar valor a los datos recolectados para que realmente puedan ayudarnos a aclarar el problema de la investigación. En ese sentido, el investigador debe considerar

los tipos de datos obtenidos y realizar con ellos actividades como agrupación, tabulación, representación gráfica, generación de cuadros estadísticos, codificación y todas aquellas que sean pertinentes.

Con respecto al análisis de los datos, Cuatrecasas, Ll. (ob. cit.) señala que existen siete herramientas básicas de la calidad que son útiles para analizar problemas, generar alternativas de solución, diseñar estrategias de mejora y "todas aquellas actividades o funciones relacionadas con la gestión y mejora de la calidad" (p. 67). Estas herramientas son: diagrama de Pareto, diagrama de Causa-Efecto, histograma, gráfico de control, diagrama de dispersión, hoja de recogida de datos y estratificación de datos. Las respuestas obtenidas de la entrevista realizada al personal operativo de la EDSF se analizaron mediante el diagrama de causa-efecto. El objetivo era determinar las causas de las fallas del software para utilizar esta información como insumo al momento de diseñar el plan para gestión de la calidad.

## 3.4 Metodología

Para elaborar el plan de gestión de la calidad objeto de esta investigación, se aplicó una guía de entrevista para captar los datos directamente del personal operativo y directivo de la EDSF objeto del estudio. Los datos obtenidos se procesaron mediante dos de las denominadas herramientas básicas de la calidad, con el fin de determinar las causas y efectos de los fallos en el software entregado a los clientes, los procesos clave para la mejora y la prioridad de las acciones.

Se revisaron textos relacionados con gestión de la calidad, ingeniería de software, gerencia de proyectos, metodología seis sigma y las normas ISO/IEC 25010: 2010, ISO/IEC 12207:2008, ISO/IEC/IEEE 16326:2009, ISO 10005:2005 e ISO 10006:2003. Con esta documentación se determinó la orientación, estructura y contenido del plan para la gestión de la calidad de los proyectos de desarrollo de software financiero, específicamente las actividades a ejecutar, los recursos humanos y materiales a emplear, así como el momento y la forma de realizar dichas actividades.

## 3.5 *Variables. Definición real y operacional.*

Tamayo, M. (ob. cit.) indica que una variable es "un aspecto o dimensión de un fenómeno que tiene como característica la capacidad de asumir distintos valores, ya sea cuantitativa o cualitativamente" (p. 109). Las variables de esta investigación provienen de los objetivos específicos que deben completarse para cubrir el objetivo general planteado.

A cada variable debe dársele su definición real (nominal) y operacionalizarla. La definición real corresponde al nombre dado a la variable por el investigador, mientras que la operacionalización implica identificar sus dimensiones e indicadores. Sabino, C. (ob. cit.) señala que las dimensiones son las cualidades o factores relevantes en las que se puede descomponer la variable, que pueden ser medidos y gozan de cierta autonomía. En cuanto a los indicadores, Tamayo establece que éstos "señalan cómo medir cada uno de los factores o rasgos de la variable" (p. 110).

En la Tabla 3 se presenta la definición real y operacional de las variables del estudio.

Tabla 3: Operacionalización de variables

| Objetivos específicos | Variables | Dimensiones | Indicadores |
|---|---|---|---|
| Determinar las causas de las fallas del software entregado a los clientes | - Causas de las fallas del software | - Fallas identificadas<br>- Factores causales<br>- Causas y sub-causas | - Cantidad de fallas identificadas<br>- Cantidad de factores causales asociados por falla<br>- Cantidad de causas y sub-causas asociadas por factor |
| Determinar los procesos clave para la gestión de calidad | - Procesos del producto y el proyecto con mayor impacto en la calidad del software entregado al cliente | - Procesos de la gerencia de proyectos<br>- Procesos específicos del software | - Cantidad de fallas originadas por proceso<br>- Nivel de fallas prevenidas por proceso |
| Describir el proceso de elaboración de un plan para la gestión de la calidad con base en el PMBOK y las normas ISO relacionadas | - Proceso de elaboración de un plan de gestión de la calidad | - Entradas y salidas del proceso<br>- Fases o etapas del proceso | - Políticas y objetivos de calidad identificados<br>- Lineamientos del PMBOK identificados<br>- Directrices identificadas de las normas ISO relacionadas<br>- Productos identificados por fase o etapa<br>- Secuencia de actividades por etapa |

.../...

(continuación)

| Objetivos específicos | Variables | Dimensiones | Indicadores |
|---|---|---|---|
| Diseñar un plan para la gestión de la calidad en proyectos de desarrollo de software financiero | - Plan para la gestión de la calidad en proyectos de desarrollo de software financiero | - Estructura del plan<br>- Alcance del plan | - Actividades de control de calidad identificadas<br>Actividades de aseguramiento de calidad identificadas<br>- Responsabilidades definidas |

## 3.6 Consideraciones éticas

En el presente trabajo de investigación no se revela la identidad de los funcionarios consultados durante la recolección de datos y se mantuvo la integridad de los datos obtenidos. Se resguardó además la identificación de la empresa objeto del estudio.

En cuanto al método de desarrollo de sistemas que utiliza dicha empresa, no se reveló el detalle de su estructura, documentos de registro, actividades, roles, ni elemento particular alguno creado por ésta para el cumplimiento de las diferentes etapas de su metodología.

Se respetaron los derechos de autor de todas las personas e instituciones cuyos trabajos fueron consultados al realizar esta investigación, mediante el uso apropiado de las referencias bibliográficas.

El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos – Sociedad de Computación (IEEE-CS) y la Asociación para Maquinarias de Computación (ACM), (1999) publicaron el Código de Ética y Práctica Profesional para la Ingeniería de Software, cuyos principios fueron considerados durante la realización de este trabajo de investigación.

# CAPITULO IV

## 4. MARCO ORGANIZACIONAL

En esta parte del trabajo se proporciona una visión general de la organización donde se desarrolló la investigación. Se señala una breve reseña de la empresa, su visión, misión y planes a corto y mediano plazo.

### 4.1. Reseña organizacional

La empresa objeto de este estudio, identificada en este trabajo por las siglas EDSF (Empresa de Desarrollo de Software Financiero), es una organización con 25 años de experiencia en el desarrollo de software financiero, que ha realizado más de 70 instalaciones en instituciones financieras de Venezuela y en diferentes países de Latinoamérica.

### 4.2. Visión y Misión

Su visión es ser una empresa de servicios de Tecnología de Información (TI) que genere valor agregado a sus clientes, empleados, y socios de negocio.

Su misión es proveer soluciones de TI innovadoras y confiables para el mercado financiero.

### 4.3. Objetivos

- Mantener un nivel de compromiso permanente con los objetivos de sus clientes.
- Cumplir su misión y visión mediante la capacitación, la calidad y la mejora continua.
- Alinear las metas de la organización con las de sus empleados, para brindarles calidad de vida.

## 4.4. Planes de la organización

A corto plazo, la organización tiene entre sus planes concretar la venta de su software financiero a nuevos clientes en Venezuela y Latinoamérica.

A mediano plazo se apunta al crecimiento de la plantilla de empleados, creando además un nivel medio donde ubicar a los analistas programadores de mayor experiencia, con la finalidad de formarlos como líderes de proyecto.

## 4.5. Políticas y objetivos de calidad

Las políticas de calidad que mantiene la empresa objeto de este estudio se resumen en tres puntos básicos:

- La calidad es el medio para lograr la superación de la empresa, de forma sostenida y en todas sus dimensiones.
- Difundirla a los integrantes de la organización y las tareas que realizan permite impactar positivamente los negocios de nuestros clientes a través de productos y servicios de óptima calidad.
- La combinación de un método de trabajo y un equipo humano motivado y capacitado son esenciales para lograr los objetivos de calidad.

Sus objetivos de calidad son los siguientes:

- Desarrollar la organización a través de la mejora continua.
- Mantener un canal de comunicación abierto con los clientes para conocer su opinión y atender sus sugerencias sobre nuestros productos y servicios.
- Ofrecer vías al equipo de trabajo para lograr su desarrollo.

# CAPÍTULO V

## 5. DISEÑO Y DESARROLLO

Se presentan a continuación las respuestas a los objetivos específicos de la presente investigación.

### 5.1. Objetivo específico N° 1: Determinar las causas de las fallas del software entregado a los clientes.

La recolección de datos es el primer paso para llevar a cabo el procedimiento de la investigación. Hurtado, J. (ob. cit.) señala que su objetivo es proporcionar a la información con la que trabajará el investigador. Indica también que una vez recolectados los datos "es necesario analizarlos a fin de descubrir su significado en término de los objetivos planteados al principio de la investigación" (p. 162).

Como primera actividad para determinar las causas de las fallas del software que se entrega a los clientes, se asentó en una matriz de registro los datos de las incidencias reportadas entre junio de 2008 y septiembre de 2011 por los usuarios del cliente principal de la empresa objeto de estudio, identificada en este trabajo como EDSF (Empresa de Desarrollo de Software Financiero). Las incidencias se consideraron independientemente de que estuviesen resueltas o pendientes de solución al momento de registrar los datos. El total de incidencias registradas bajo este criterio corresponde a 35 casos. La información de la falla que ocasionó la inconformidad reportada por los usuarios se comparó con la descripción de los elementos del modelo de calidad de producto expuesto en la norma ISO/IEC 25010:2011 para determinar cuáles características y sub-características se habían dejado de cumplir con cada incidencia. Se calculó la frecuencia de cada afectación y se obtuvieron los resultados que se muestran en las tablas 4 y 5.

Tabla 4: Afectación de las incidencias por característica del modelo de calidad de producto

| Característica afectada | Frecuencia | Porcentaje |
|---|---|---|
| Conveniencia funcional | 25 | 68% |
| Eficiencia de ejecución | 4 | 11% |
| Compatibilidad | 2 | 5% |
| Usabilidad | 2 | 5% |
| Confiabilidad | 3 | 8% |
| Seguridad | 1 | 3% |
| **Totales** | **37** | **100%** |

Fuente: Registro de incidencias y requerimientos de la EDSF (2011)

Tabla 5: Afectación de las incidencias por sub-característica del modelo de calidad de producto

| Característica afectada | Sub-característica afectada | Frecuencia | Porcentaje |
|---|---|---|---|
| Conveniencia funcional | Completitud funcional | 2 | 5% |
| | Correctitud funcional | 23 | 62% |
| Eficiencia de ejecución | Uso del tiempo | 1 | 3% |
| | Capacidad | 3 | 8% |
| Compatibilidad | Interoperabilidad | 2 | 5% |
| Usabilidad | Protección de errores de usuario | 1 | 3% |
| | Estética de la interfaz de usuario | 1 | 3% |
| Confiabilidad | Madurez | 2 | 5% |
| | Capacidad de recuperación | 1 | 3% |
| Seguridad | Confidencialidad | 1 | 3% |
| | **Totales** | **37** | **100%** |

Fuente: Registro de incidencias y requerimientos de la EDSF (2011)

En total se dejaron de cumplir diez sub-características del modelo de calidad de producto establecido en la norma ISO/IEC 25010:2011, que correspondieron a seis características de dicho modelo. En 33 de los 35 casos reportados, la falla presentada implicó el no cumplimiento de una sub-característica. En los 2 casos restantes, la falla afectó a 2 sub-características.

Para establecer con claridad a qué responden las fallas del software entregado a los clientes, se utilizó un diagrama de Ishikawa conocido también como diagrama de Causa – Efecto. Cuatrecasas, Ll. (ob. cit.) señala que esta herramienta permite reflejar

de forma ordenada la relación entre el problema identificado, sus causas y las causas de éstas (sub-causas), con lo cual se evita la superficialidad y se permite al investigador realizar un análisis completo del problema y sus orígenes. Para realizar este diagrama se deben identificar sus tres componentes:

1. El problema a resolver (efecto).
2. Los factores principales relacionados con el efecto (factores causales).
3. Las razones principales que ocasionan el efecto (causas) y las razones por cuales se producen éstas (sub-causas).

En este estudio, cada sub-característica afectada se identificó como un efecto.

Los factores causales dependen del tipo de proyecto. Pressman, R. (ob. cit.) señala que en los proyectos de ingeniería de software están presentes tres niveles o estratos fundamentales: proceso, métodos y herramientas. El proceso establece el esquema de trabajo para el desarrollo de software, los métodos detallan la forma de construir el producto y las herramientas son los instrumentos utilizados al poner en práctica los métodos y el proceso. Por la relación directa de estos estratos con la generación del producto de software, el proceso, los métodos y las herramientas fueron consideraron para este estudio como factores causales.

Por otra parte, Cuatrecasas, Ll. (ob. cit) señala que puede partirse de un conjunto de causas genéricas para determinar estos factores y luego refinarlas según las características del problema a analizar. Estas causas se conocen como las "6M": materiales, mano de obra, métodos, medio ambiente, mantenimiento y maquinaria. Para este estudio eran aplicables la mano de obra (personal) pues el software fue elaborado por personas, el medio ambiente (ambiente de operación) dado que el producto se ejecuta en un contexto de uso específico y éste influye en las características de calidad del producto, según la norma ISO/IEC 25010:2011 y la maquinaria (equipos), ya que para construir y ejecutar el software se utilizaron equipos de computación.

En resumen, los factores causales de los problemas de calidad a considerar fueron: procesos, métodos, herramientas, personal, ambiente y equipos.

Para determinar las causas y sub-causas relacionadas con cada efecto, se entrevistó en forma individual a los analistas programadores de la EDSF, donde se les requería su opinión sobre las razones por las que se dejaron de cumplir cada una de las diez sub-características. Para una mejor comprensión de los temas a abordar por parte de los entrevistados, la investigadora hizo una redacción simplificada de las sub-características sobre las cuales se realizarían las preguntas. El resultado se observa en la tabla 6.

Tabla 6: Correspondencia entre sub-características afectadas y preguntas realizadas al personal

| **Sub-características afectadas** | **Redacción utilizada** |
|---|---|
| Completitud funcional | Funcionalidades incompletas |
| Correctitud funcional | Funcionalidades incorrectas |
| Uso del tiempo | Ineficiencia en la ejecución (tiempo) |
| Capacidad | Ineficiencia en la ejecución (capacidad) |
| Interoperabilidad | Problemas al operar con información de otros sistemas |
| Protección de errores de usuario | Falta de protección contra errores del usuario |
| Estética de la interfaz de usuario | Interfaz de usuario inefectiva |
| Madurez | Fallas de confiabilidad (madurez) |
| Capacidad de recuperación | Fallas de confiabilidad (recuperación) |
| Confidencialidad | Fallas de seguridad (confidencialidad) |

La guía de entrevista aplicada puede observarse en el anexo A. En la tabla 7 se presenta el resumen de las causas y sub-causas que se relacionan con cada sub-característica de calidad no conforme. En las figuras 8 a la 17 se puede observar el diagrama de Causa-Efecto resultante para cada sub-característica afectada.

Tabla 7: Causas y sub-causas que afectan a las sub-características de calidad

| Características afectadas | Sub-características afectadas | Factor causal | Causas | Sub-causas |
|---|---|---|---|---|
| Conveniencia funcional | Completitud funcional | Proceso | El levantamiento de información fue incompleto | • No hubo suficientes reuniones con el usuario |
| | Correctitud funcional | Personal | Las funcionalidades no fueron suficientemente probadas | • Falta de claridad sobre la operativa<br>• Falta de tiempo<br>• Vicios en la forma de trabajar |
| | | Personal | El analista programador no especificó suficientes escenarios de funcionamiento | • Falta de claridad sobre la operativa |
| | | Personal | No se especificaron correctamente los casos de prueba | • Falta de análisis detallado de lo que se necesita probar |
| | | Personal | No se previó el impacto de la funcionalidad en otras aplicaciones del sistema | • Falta de análisis detallado de lo que se necesita probar |

.../...

(continuación)

| Características afectadas | Sub-características afectadas | Factor causal | Causas | Sub-causas |
|---|---|---|---|---|
| Conveniencia funcional | Correctitud funcional | Proceso | No pasaron por el funcional para realizar las pruebas | • Falta de personal funcional<br>• No se consideró necesario |
| Eficiencia de ejecución | Uso del tiempo | Personal | No se hizo un diseño adecuado de los programas | • Falta de tiempo<br>• Fallas en el análisis |
| | | Ambiente | Falta de una base de datos con suficientes registros para hacer pruebas reales | • No se previó el comportamiento futuro de la funcionalidad |
| | | Proceso | No se realiza la mejora continua | • Falta personal disponible (nuevo o existente)<br>• Falta de un plan de trabajo de mejoras |
| | | Proceso | Realizar los programas con el tiempo justo | • Sobrecarga de trabajo |
| | | Proceso | No se difunde la información de mejoras realizadas al respecto | • Falta de procedimientos para publicar y estandarizar las mejoras |
| | | Herramientas | Deficiencias de la herramienta de desarrollo | |

.../...

(continuación)

| Características afectadas | Sub-características afectadas | Factor causal | Causas | Sub-causas |
|---|---|---|---|---|
| Eficiencia de ejecución | Capacidad | Personal | No se hizo un diseño adecuado de los programas | • Falta de conocimiento de la base de datos utilizada |
| | | Ambiente | Falta de una base de datos con suficientes registros para hacer pruebas reales | • No se previó el comportamiento futuro de la funcionalidad |
| | | Proceso | No se realiza la mejora continua | • Falta personal disponible (nuevo o existente)<br>• Falta de un plan de trabajo de mejoras |
| | | Proceso | No se evaluó el impacto del crecimiento del cliente | • Falta de tiempo para el análisis |
| | | Proceso | No se difunde la información de mejoras realizadas al respecto | • Falta de procedimientos para publicar y estandarizar las mejoras |
| | | Herramientas | Deficiencias de la herramienta de desarrollo de software | |

.../...

(continuación)

| Características afectadas | Sub-características afectadas | Factor causal | Causas | Sub-causas |
|---|---|---|---|---|
| Compatibilidad | Interoperabilidad | Personal | El analista programador no especificó correctamente los casos de prueba | • Vicios en la forma de trabajar<br>• Falta de atención gerencial |
| | | Ambiente | Los datos recibidos están errados o faltan algunos datos | • Fallas en el relevamiento del requerimiento |
| | | Proceso | El levantamiento de información fue incompleto | • No hubo suficientes reuniones con el usuario |
| Usabilidad | Protección de errores de usuario | Personal | El analista programador no especificó correctamente los casos de prueba | • Falta de claridad sobre la funcionalidad<br>• Vicios en la forma de trabajar<br>• Falta de atención gerencial |
| | Estética de la interfaz de usuario | Personal | El analista programador no hace una revisión objetiva de la interfaz de usuario | • Vicios en la forma de trabajar |

.../...

(continuación)

| Características afectadas | Sub-características afectadas | Factor causal | Causas | Sub-causas |
|---|---|---|---|---|
| Usabilidad | Estética de la interfaz de usuario | Proceso | No se involucró al usuario en el diseño | • Hacerlo consume tiempo del proyecto<br>• Se asume saber lo que el usuario necesita |
| | | Proceso | Falta de adaptación al cambio por parte del usuario | • Fallas en la capacitación al usuario |
| Confiabilidad | Madurez | Personal | Falta de experiencia del analista programador con la herramienta y las funcionalidades a desarrollar | • No se contrataron programadores expertos en la herramienta y en software financiero |
| | | Proceso | Déficit de personal para mejorar el producto | • Situación económica difícil para la empresa y el entorno<br>• Altos costos de capacitación<br>• Fallas gerenciales en manejo de personal<br>• Sólo está previsto un funcional en la organización |

.../...

(continuación)

| Características afectadas | Sub-características afectadas | Factor causal | Causas | Sub-causas |
|---|---|---|---|---|
| Confiabilidad | Madurez | Proceso | Tiempo insuficiente para la puesta en producción del software | • Planificación poco realista del proyecto |
| | | Proceso | Documentación insuficiente para ampliar especificaciones | • No hubo reuniones con el usuario<br>• Relevamiento insuficiente<br>• Falta de conocimiento del alcance de la funcionalidad |
| | Capacidad de recuperación | Personal | Los programas no fueron diseñados para recuperarse después de una falla | • Fallas en el análisis de la funcionalidad |
| Seguridad | Confidencialidad | Proceso | El levantamiento de información fue incompleto | • No hubo suficientes reuniones con el usuario |

Figura 8: Diagrama Causa – Efecto de la afectación a la completitud funcional

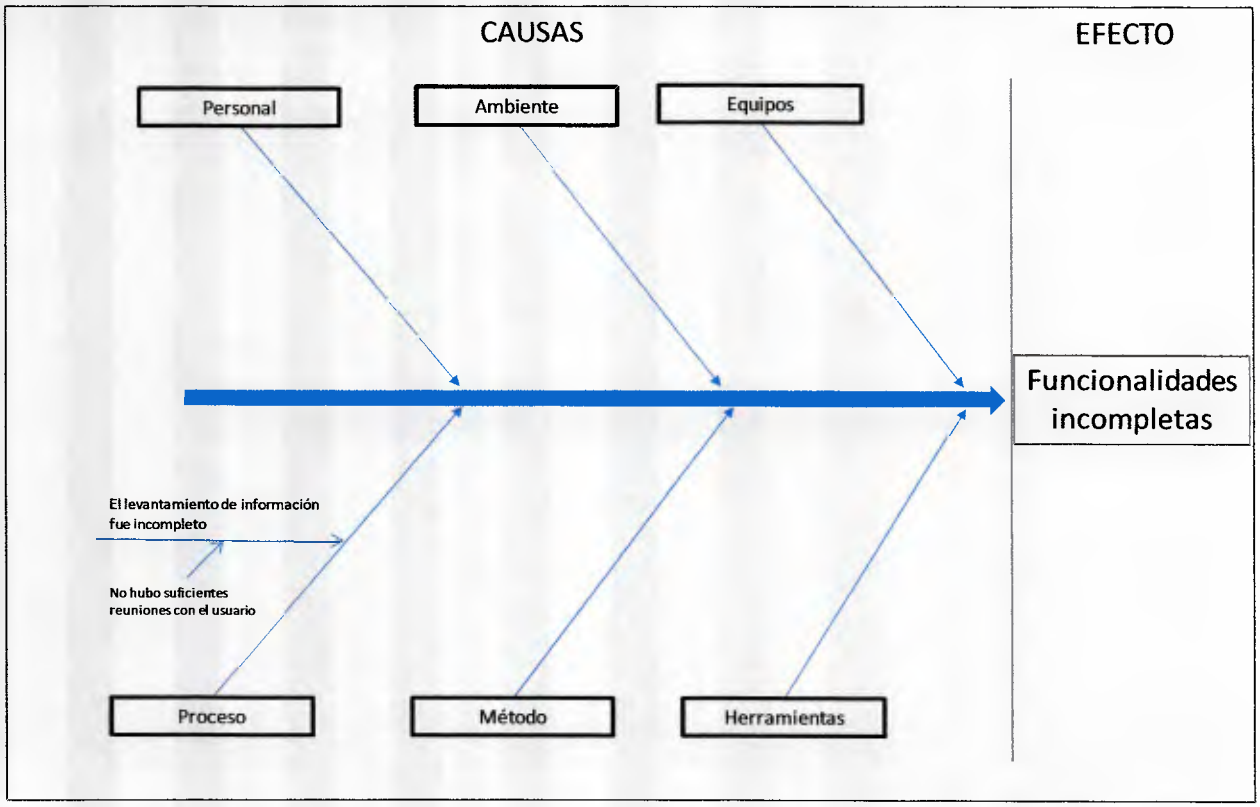



Figura 9: Diagrama Causa – Efecto de la afectación a la correctitud funcional

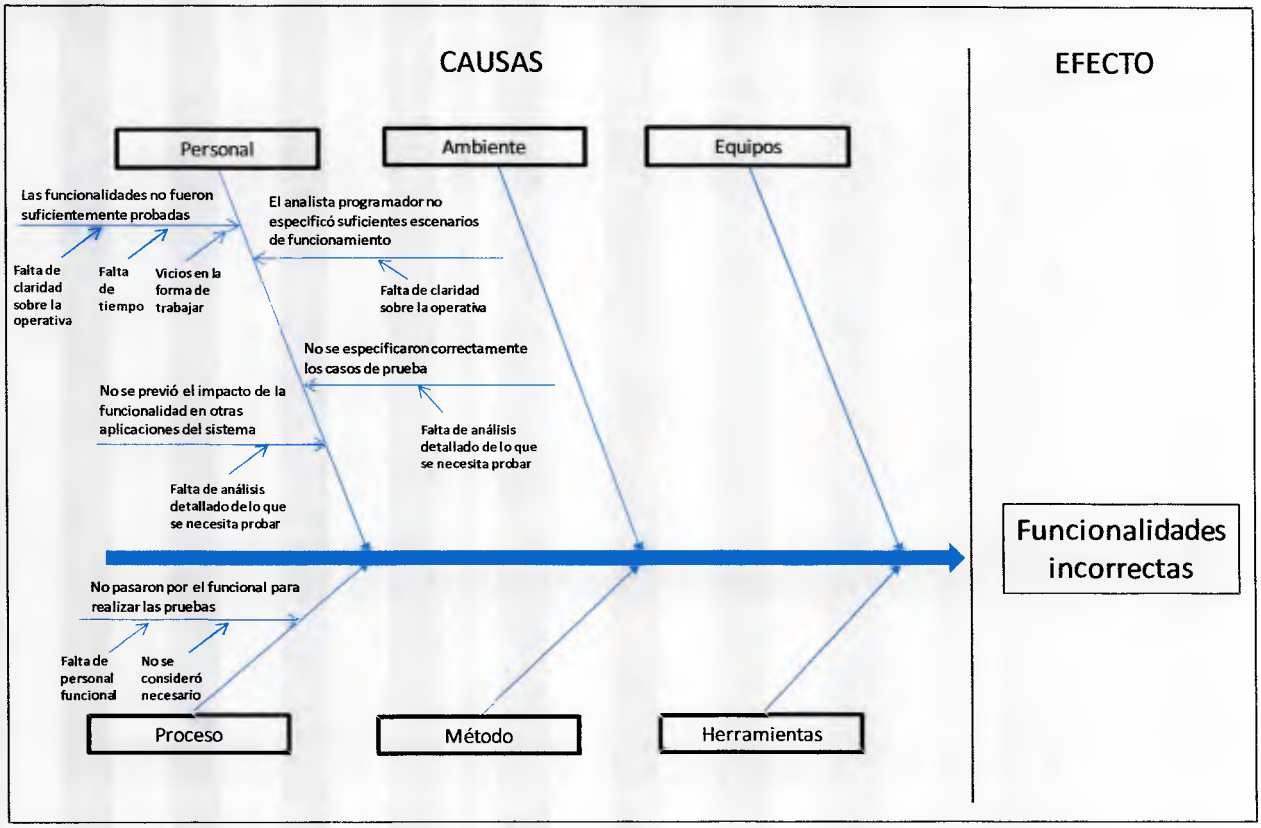


Figura 10: Diagrama Causa – Efecto de la afectación al uso del tiempo

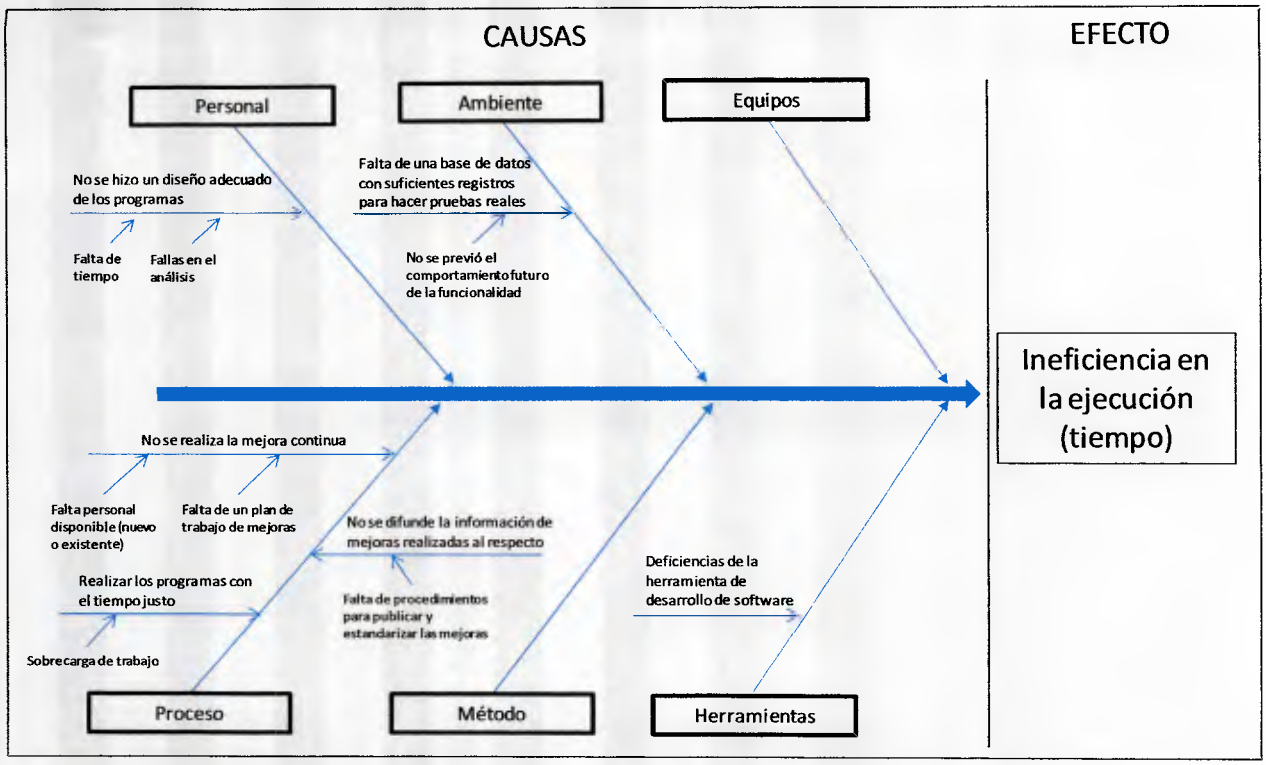



Figura 11: Diagrama Causa – Efecto de la afectación a la capacidad

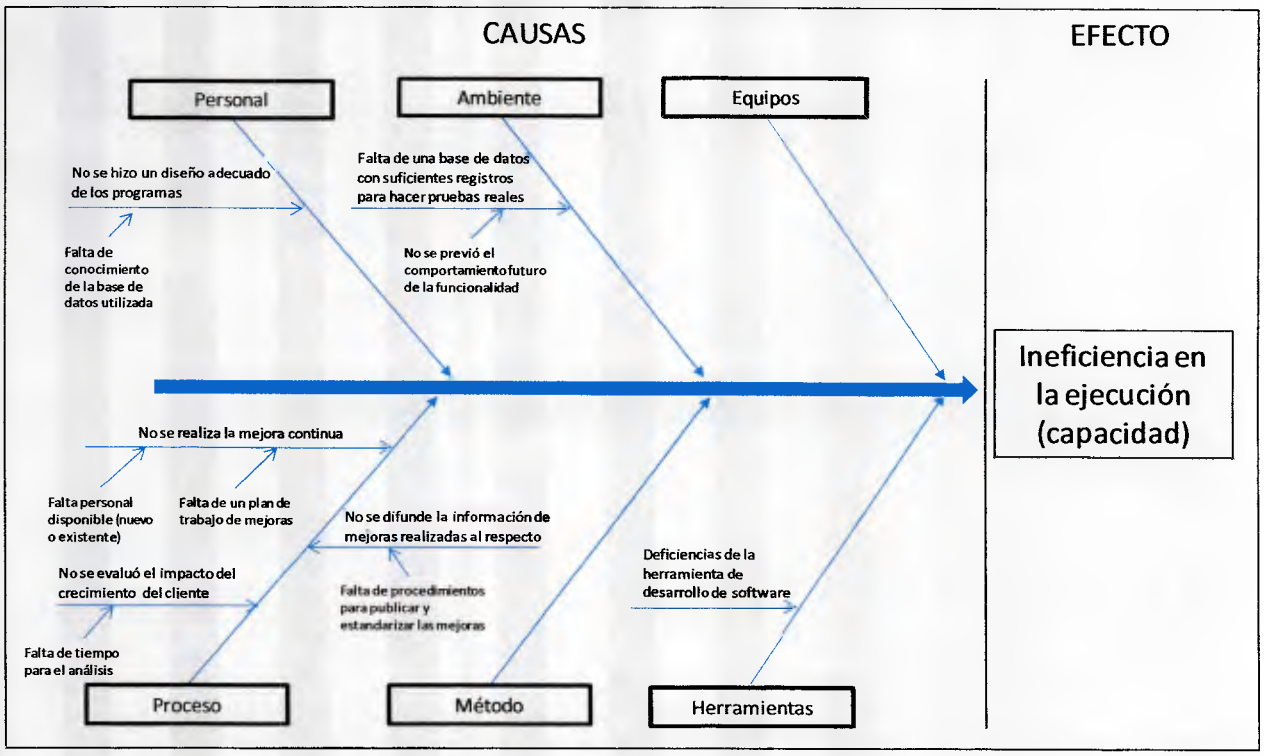


Figura 12: Diagrama Causa – Efecto de la afectación a la interoperabilidad

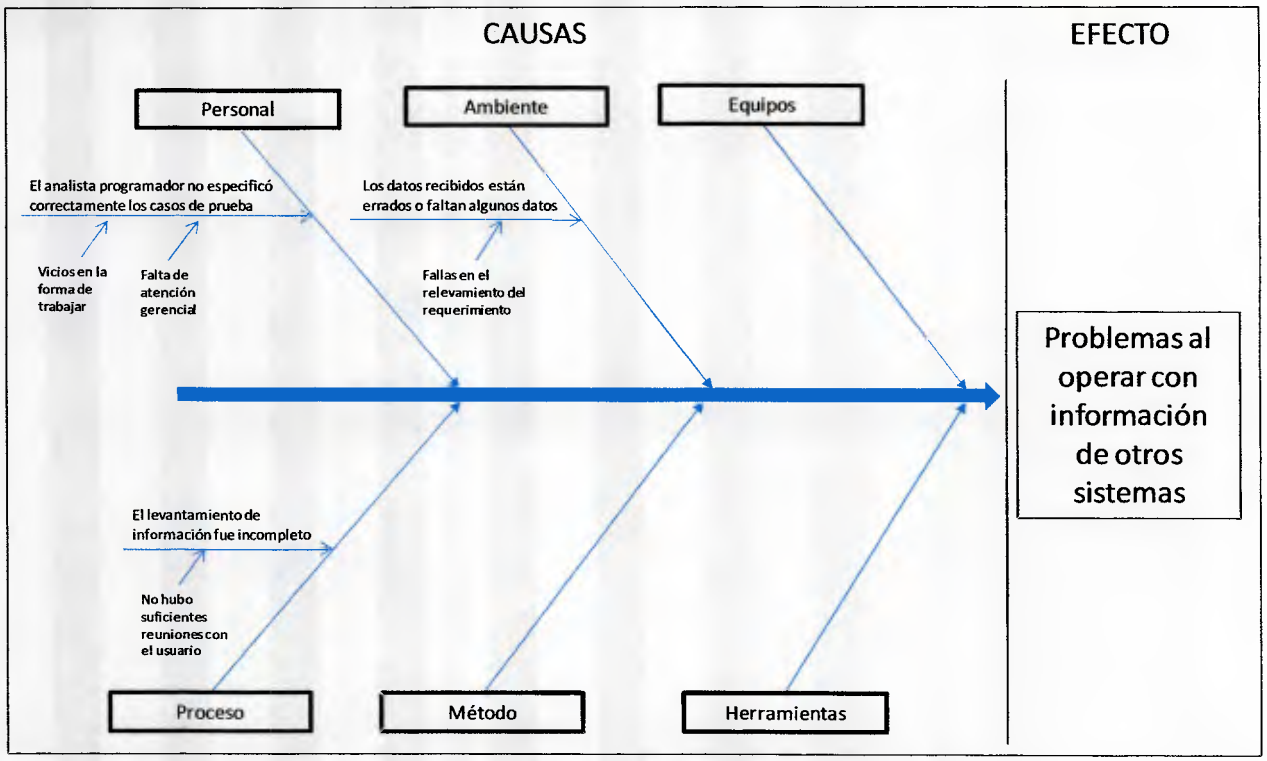



Figura 13: Diagrama Causa – Efecto de la afectación a la protección de errores de usuario

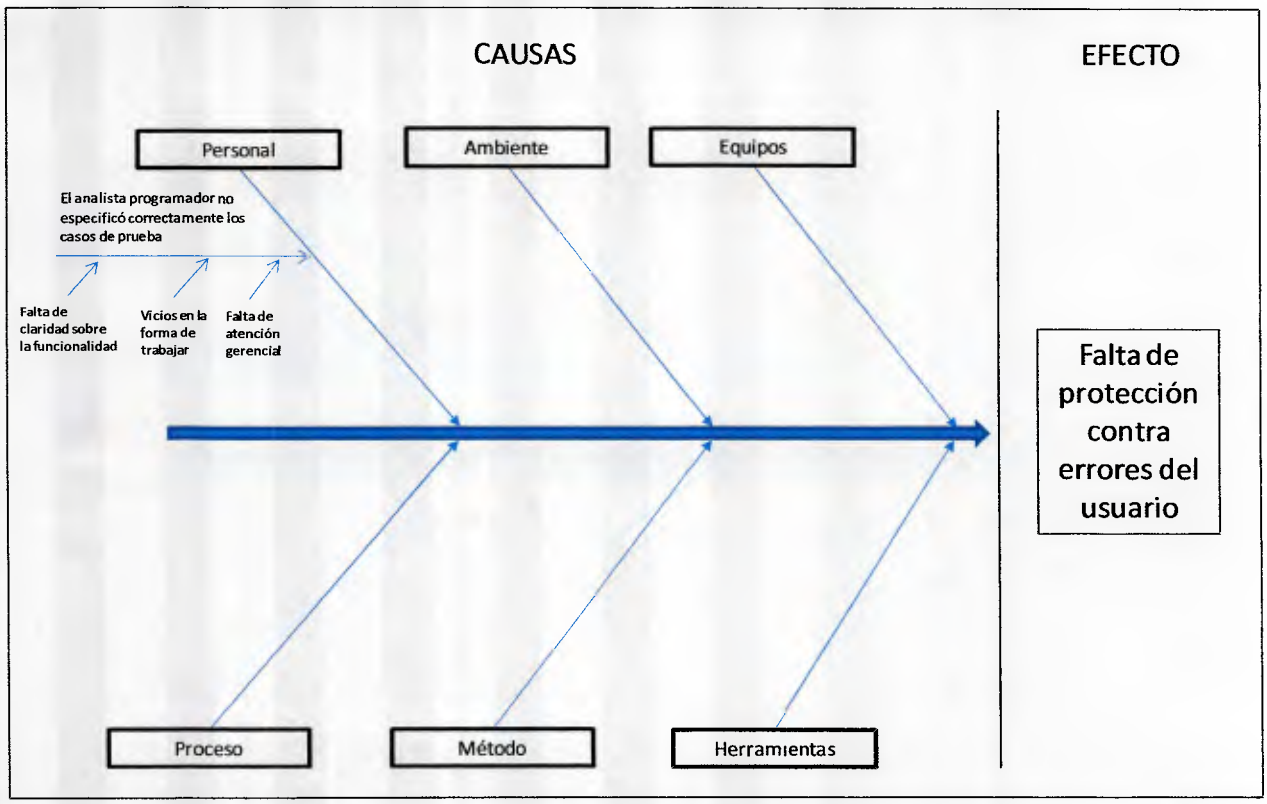


Figura 14: Diagrama Causa – Efecto de la afectación a la estética de la interfaz de usuario

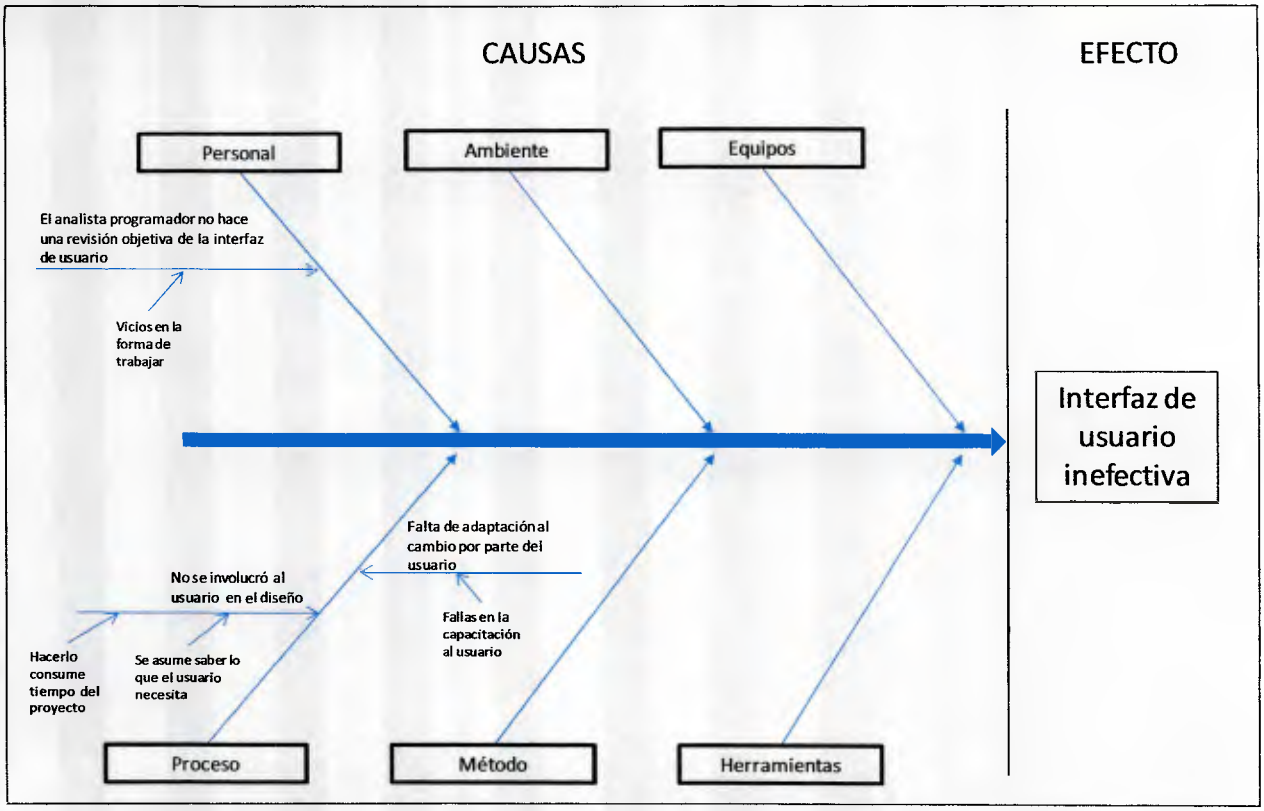



Figura 15: Diagrama Causa – Efecto de la afectación a la madurez

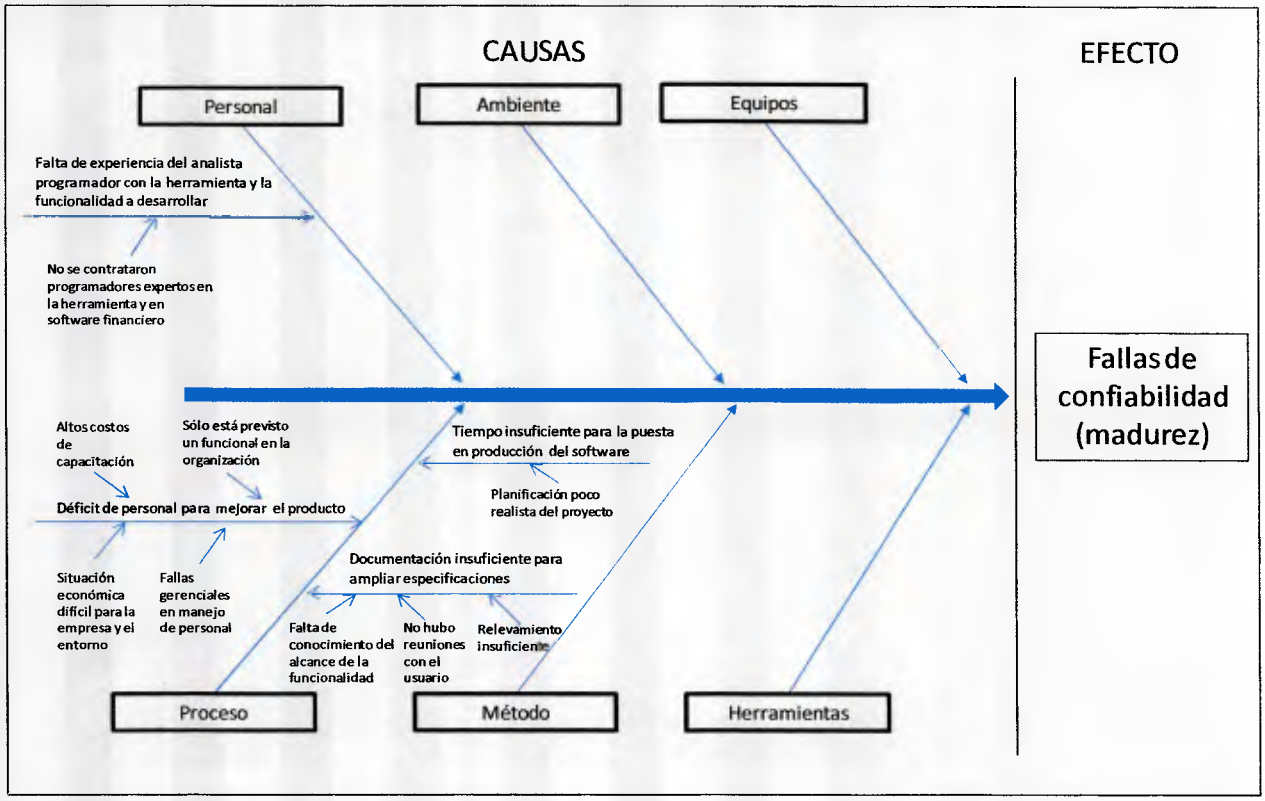


Figura 16: Diagrama Causa – Efecto de la afectación a la capacidad de recuperación

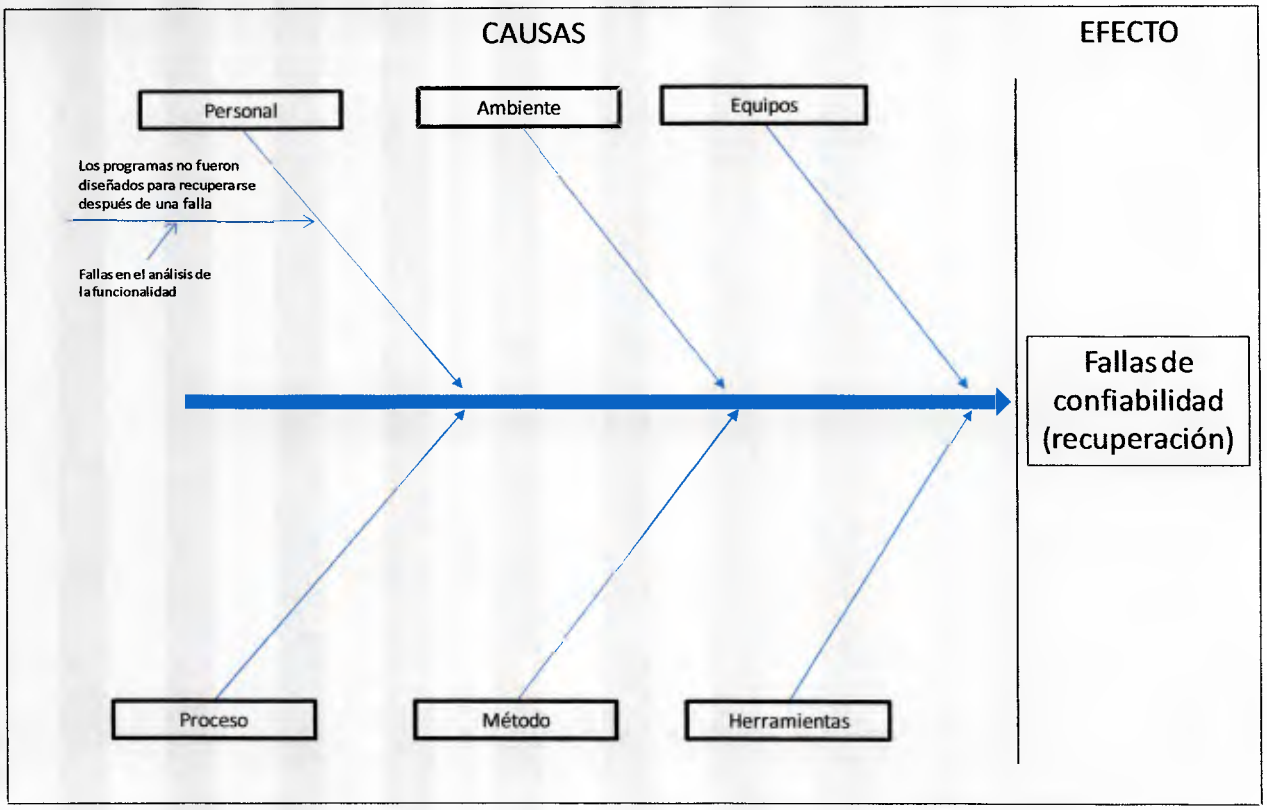
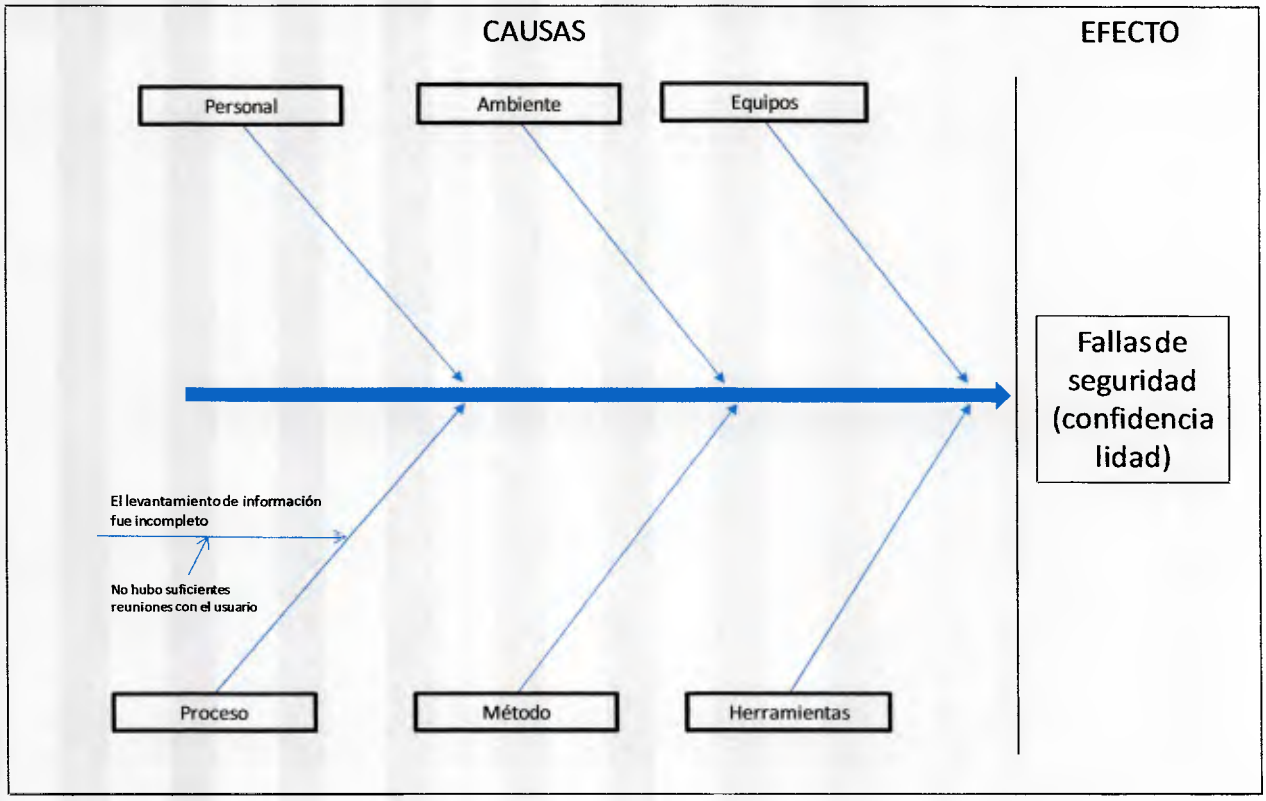



Figura 17: Diagrama Causa – Efecto de la afectación a la confidencialidad



## 5.2. Objetivo específico N° 2: Determinar los procesos clave para la gestión de calidad.

Llorens, F. (2005) hace referencia a la gestión de calidad de los proyectos presentada por el PMI, indicando que es el área de conocimiento donde se "agrupa el conjunto de procesos que se deben cumplir para asegurar que el proyecto genere los productos previstos en el alcance, dentro de los niveles de calidad requeridos" (p. 21). De esta referencia se desprende que para gestionar la calidad de un proyecto debe primero definirse cuál es el nivel de calidad deseado para el producto.

El PMI (ob. cit) brinda una guía para seleccionar las fuentes del nivel de calidad del producto: los *stakeholders* o interesados. Según su definición, son las "personas y organizaciones como clientes, patrocinadores, la organización ejecutante y el público involucrados activamente con el proyecto, o cuyos intereses pueden verse afectados de manera positiva o negativa por la ejecución o conclusión del proyecto. También pueden influir sobre el proyecto y sus entregables" (p. 120). Con base en lo anterior, el nivel de calidad del producto afectará los intereses de estas personas o grupos, por lo cual sus exigencias en cuanto a la calidad del mismo deben ser consideradas dentro de la gerencia del proyecto.

Entre los interesados de este tipo de software se encuentran los entes regulatorios del sector financiero venezolano. De acuerdo a las bases legales referenciadas en este trabajo, se pueden inferir las características de calidad exigidas por dichos organismos de control sobre los sistemas automatizados utilizados por las instituciones financieras.

El decreto con fuerza de ley Nro. 1.204 de fecha 10 de febrero de 2001 sobre mensajes de datos y firmas electrónicas establece que la eficacia de éstos como medio de prueba ante la ley depende de que su contenido se mantenga inalterado y esté disponible para ser consultado. Estos elementos están relacionados directamente con las características de seguridad y confiabilidad del software. Igualmente, se hace referencia a la transmisión y recepción efectiva de los mensajes de datos. Esto implica que dichas operaciones deben funcionar correctamente, lo que es una sub-característica de la conveniencia funcional.

La resolución 083.11 de la SUDEBAN puntualiza otras tres características que debe tener el software empleado por las instituciones financieras. En esta resolución se presentan normas sobre la excelencia de los servicios prestados en la taquilla de operaciones, para evitar tiempos de espera para el cliente o usuario mayor a los 30 minutos. Esto se relaciona con la eficiencia de ejecución de las operaciones de caja. Se exige también la protección de los datos personales de los clientes (seguridad) y un sistema de alertas seguras y confiables para las operaciones con tarjetas de débito y crédito (seguridad y confiabilidad).

Como se señaló anteriormente, la organización ejecutante del proyecto es uno de los *stakeholders* del mismo, por lo que sus necesidades en cuanto a la calidad del producto deben ser consideradas para la gestión de calidad. Esta afirmación se refuerza con lo que establece la norma ISO 25010:2011, cuando indica que la organización ejecutante debe seleccionar las características de calidad que considere más importantes para su producto de software.

De acuerdo a las políticas de calidad de la EDSF objeto de este estudio, sus productos y servicios deben impactar positivamente en los negocios de sus clientes. Éstos son los usuarios primarios del producto de software y su interacción con el sistema que lo contiene, conocida como calidad en uso, está influenciada por cinco de las ocho características de calidad del producto: conveniencia funcional, eficiencia de ejecución, usabilidad, confiabilidad, seguridad. Para verificar esta información, se obtuvo la opinión de los directores de la EDSF en cuanto a cuáles de estas características consideran más relevantes, considerando el tipo de software que desarrollan, los clientes a los que se dirige y el entorno que rodea su ejecución. En el anexo B de este trabajo se encuentra la guía de entrevista utilizada en este caso. Como resultado de la entrevista se obtuvo que los directores consideraron que el software financiero que produce su empresa debe cumplir con todas las características del modelo de calidad de producto establecidas en la norma ISO 25010:2011.

De todo lo anterior, se concluye que las características de calidad de producto que deben atenderse en la gestión de calidad son:

- Conveniencia funcional
- Eficiencia de ejecución
- Usabilidad
- Confiabilidad
- Seguridad
- Compatibilidad
- Mantenibilidad
- Portabilidad

Las cinco primeras características de calidad están incluidas dentro de las seis que resultaron afectadas por las incidencias del software financiero analizadas previamente, lo cual reforzó la importancia de que su cumplimiento fuese considerado dentro del plan para la gestión de la calidad diseñado en este estudio. El conjunto de las ocho de características seleccionadas definen el nivel de calidad del software financiero a desarrollar a través del proyecto de desarrollo.

Una vez establecida la calidad deseada para el producto, se debieron identificar los procesos del proyecto y el producto de los cuales depende conseguir o no dicho nivel de calidad. Esta afirmación se basó en lo señalado por Sommerville, I. (2005) al destacar que "la experiencia nos muestra que la calidad del proceso tiene una influencia significativa en la calidad del software. La gestión y mejora de la calidad del proceso debe minimizar los defectos en el software entregado" (p. 590). La norma ISO 25010:2011 en su anexo C explica que los procesos del ciclo de vida del sistema y del software (señalados en la norma ISO 12207: 2008), así como los del modelo empleado para desarrollo de software, influyen sobre la calidad del producto.

Por otra parte, dado que el desarrollo del software tiene lugar dentro de un proyecto, se hizo necesario identificar también los procesos de la gerencia de proyectos que tuviesen influencia en la obtención en la calidad del producto. Llorens, J. (ob. cit.) señala que la calidad del producto está influenciada por la gerencia de proyectos cuando afirma que los proyectos de tecnología de información se ven beneficiados de la aplicación formal de disciplinas de gerencia de proyectos, ya que aumentan las

posibilidades de que éstos generen productos que cumplan con los requisitos establecidos. El criterio para determinar los procesos en los que la gestión de calidad debe hacer mayor énfasis, fue la relación existente entre los procesos del producto y el proyecto con las características de calidad del producto correspondientes al nivel de calidad deseado.

En cuanto a los procesos del proyecto, la guía del PMBOK contempla información para orientar la selección de estos procesos. La identificación correcta de los requerimientos que deben cumplir los entregables del proyecto está influenciada por la determinación adecuada de los interesados internos y externos del mismo. Como lo señala el PMI (ob. cit.), sus expectativas e intereses impactan al proyecto, sus entregables e incluso al personal que se desempeñará en éste. Por lo tanto, el proceso de identificación de los *stakeholders* o interesados, que forma parte del grupo de procesos de la Gerencia de las Comunicaciones, fue uno de los procesos del proyecto considerados para la gestión de calidad.

El PMI también señala que en el proceso de recopilación de requisitos para el proyecto es donde se "definen y documentan las necesidades de los interesados" (p. 51). Del mismo modo, establece que la definición del alcance que se realiza posteriormente genera como resultado una "descripción detallada del proyecto y del producto". El objetivo de este proceso está relacionado directamente con la definición clara de las características de calidad del producto de software, por lo que también fue contemplado para la gestión de calidad. Dentro del esquema de la gestión de proyectos propuesto por el PMI, este proceso se ubica en la Gerencia del Alcance.

Llorens, J. (ob. cit.) señala que la Gerencia de la Calidad permite obtener los productos planificados con el nivel de calidad especificado, lo que significa que su ejecución influye en la obtención de todas las características de calidad del software. Los procesos de esta área impactan claramente en la calidad del producto pero no se incluirán entre los procesos del proyecto para la gestión de la calidad, ya que están implícitos.

*En cuanto a los procesos del producto, su impacto se describirá separadamente por* cada característica.

- Conveniencia funcional

La idea básica de esta característica es cubrir necesidades bajo condiciones especificadas. El método de desarrollo de sistemas empleado por la EDSF establece que en los procesos de la fase de relevamiento detallado se obtiene del cliente la información detallada de sus requisitos y en la fase de análisis detallado se traducen los requisitos a las funcionalidades del sistema que los cubrirán. Grady, R. B. y D. L. Casswell (1987, c.p. Pressman, 2006) describieron los atributos de calidad del software desarrollados por Hewlett-Packard: "la funcionalidad, la facilidad de uso, la confiabilidad, el desempeño y la soportabilidad. Estos atributos representan un objetivo para todo el diseño del software" (p. 251). Por esta razón, el proceso de diseño de los diferentes elementos del software financiero (base de datos, objetos, componentes visuales, procesos, funciones y rutinas externas) se incluyó como uno de los procesos que influencia la obtención de la conveniencia funcional

- Eficiencia de ejecución

Esta característica se refiere al desempeño del software en cuanto a tiempo y capacidad. Como se señaló anteriormente, el proceso de diseño impacta directamente en el desempeño del producto y, por lo tanto, se consideró como un proceso clave para la gestión de calidad.

- Usabilidad

Esta característica se refiere principalmente a la posibilidad del software de ser utilizado efectivamente por el usuario. Pressman, R. (ob. cit.) explica que este objetivo puede lograrse a través del diseño de la interfaz de usuario, siguiendo algunos principios básicos como otorgar al usuario el control de la funcionalidad que ejecuta y mantener la consistencia de la misma. De lo anterior se puede afirmar que el proceso de diseño determina la obtención de esta característica.

- *Confiabilidad*

El fundamento de esta característica es que el producto de software opere según lo esperado, durante un período de tiempo determinado. Como se explicó en el punto referido a la conveniencia funcional, el proceso de diseño tiene gran influencia en el logro de la confiabilidad del producto de software, por lo que se consideró como un proceso clave para la gestión de calidad.

- Seguridad

La seguridad como característica de calidad del software se refiere básicamente a la protección que brinda contra accesos no autorizados a los datos e información que maneja. Los perfiles de los usuarios autorizados y la información a mostrar se obtienen durante el relevamiento y análisis detallado de la información, mientras que los mecanismos para proveer la seguridad requerida se establecen durante el diseño del software.

- Compatibilidad, mantenibilidad y portabilidad

Estas características se refieren a la capacidad del software de funcionar y comunicarse efectivamente en un ambiente compartido, de modificarse sin degradar su funcionamiento y de poder instalarse en diferentes ambientes. Pressman (ob. cit.) también señala que estos atributos son metas del proceso de diseño, por lo cual dicho proceso se relaciona directamente con la obtención de las características señaladas en este punto. En el caso de la compatibilidad, dado que esta característica contempla la interacción con otros sistemas, es preciso conocer en detalle el alcance y las particularidades de esta interacción, lo que se logra mediante los procesos de relevamiento y análisis detallado.

Finalmente, como procesos que impactan a todas estas características se encuentran las pruebas del producto, tanto las del analista programador como las del responsable funcional, ya que por estas pruebas se obtiene la comprobación de que todas las características de calidad se encuentran realmente presentes en el software. Por esta

razón, los procesos de prueba básica, unitaria y de integración de productos se incluyeron como procesos clave dentro de la gestión de calidad.

En la tabla 8 se resumen los procesos del proyecto y del producto que fueron considerados en este trabajo de investigación para la gestión de la calidad.

Tabla 8: Procesos clave del proyecto y el producto para la gestión de calidad

| **Característica** | **Procesos del proyecto** | **Procesos del producto** |
|---|---|---|
| Conveniencia funcional | • Identificar a los interesados<br>• Definición del alcance | • Relevamiento detallado<br>• Análisis detallado<br>• Diseño<br>• Prueba básica<br>• Prueba unitaria<br>• Prueba de integración de productos |
| Eficiencia de ejecución | • Identificar a los interesados<br>• Definición del alcance | • Diseño<br>• Prueba básica<br>• Prueba unitaria<br>• Prueba de integración de productos |
| Usabilidad | • Identificar a los interesados<br>• Definición del alcance | • Diseño<br>• Prueba básica<br>• Prueba unitaria<br>• Prueba de integración de productos |
| Confiabilidad | • Identificar a los interesados<br>• Definición del alcance | • Diseño<br>• Prueba básica<br>• Prueba unitaria<br>• Prueba de integración de productos |

.../...

(continuación)

| Característica | Procesos del proyecto | Procesos del producto |
|---|---|---|
| Seguridad | • Identificar a los interesados<br>• Definición del alcance | • Relevamiento detallado<br>• Análisis detallado<br>• Diseño<br>• Prueba básica<br>• Prueba unitaria<br>• Prueba de integración de productos |
| Compatibilidad | • Identificar a los interesados<br>• Definición del alcance | • Relevamiento detallado<br>• Análisis detallado<br>• Diseño<br>• Prueba básica<br>• Prueba unitaria<br>• Prueba de integración de productos |
| Mantenibilidad | | • Diseño |
| Portabilidad | | • Diseño |

## 5.3. Objetivo específico N° 3: Describir el proceso de elaboración de un plan para la gestión de la calidad con base en el PMBOK y las normas ISO relacionadas.

El PMI (ob. cit.) define que el plan para la gestión de la calidad es el documento en el que se indica cómo el equipo de dirección del proyecto llevará a la práctica las políticas de calidad de la organización ejecutante. Este documento es una de las salidas del proceso de planificación que se realiza como parte de la Gerencia de la Calidad del proyecto. En este proceso se "identifican los requisitos de calidad y/o normas para el proyecto y el producto y se documenta la manera en que el proyecto demostrará el cumplimiento con los mismos" (p. 54).

La implementación de las políticas de calidad se lleva a cabo ejecutando procesos y actividades concretas relacionados con la calidad. En la norma ISO 9000:2005 se define la gestión de la calidad como "actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización en lo relativo a la calidad" (p. 10). El PMI establece también que la gestión de la calidad de un proyecto incluye los procesos y actividades para determinar responsabilidades, objetivos y políticas de calidad que harán posible que el proyecto cubra las necesidades que lo originaron. Estos procesos son la planificación, el aseguramiento y el control de la calidad. En el aseguramiento se deben auditar los requisitos de calidad y los resultados del control de calidad para verificar su cumplimiento. En el control de calidad se monitorean y registran los resultados de cumplir con las actividades de calidad.

La norma ISO 10005:2005 establece que un plan de calidad debe describir para los procesos de gestión de la calidad y de elaboración del producto cuáles son los procedimientos a utilizar, los recursos a emplear, los responsables y el momento de ejecución. Para un plan de gestión de la calidad, estos cuatro elementos deben identificarse para la ejecución de los procesos de aseguramiento y control de calidad. También se indica que para elaborarlo se debe identificar la necesidad del plan, determinar la información de entrada al proceso de desarrollo, definir el alcance y así proceder a elaborarlo.

La norma ISO 10006:2003 proporciona guías para orientar el contenido del plan de gestión de la calidad, de forma que se logren los objetivos de calidad del proyecto. Este contenido debe estar pensado para cumplir con los ocho principios fundamentales para la gestión de la calidad: enfocar los procesos hacia la satisfacción del cliente y los *stakeholders*, aprovechar el liderazgo del gerente de proyecto para influir positivamente en el equipo, involucrar y capacitar al equipo de proyecto, organizar el trabajo en forma de procesos, ejecutar los pasos de la mejora continua (planificar, hacer, verificar, actuar), decidir en base a información sobre el avance del proyecto y mantener una relación positiva con sus proveedores.

Utilizando como base la información expuesta previamente, se definió el proceso de elaboración del plan para la gestión de la calidad, el cual se resume en esta secuencia de actividades:

1. Identificar la información a utilizar como entrada para elaborar el plan.
2. Definir el alcance del plan, identificando los procesos de la gestión del proyecto y de elaboración del producto que serán objeto de las actividades para el aseguramiento y control de calidad.
3. Desarrollar los procesos de control y aseguramiento de calidad, identificando fundamentalmente el procedimiento a utilizar, los recursos necesarios, los responsables y el momento de ejecución de las actividades, tomando en cuenta los principios indicados en la norma ISO 10006:2003.

En cuanto a la presentación y contenido, en el anexo A de la norma ISO 10005:2005 se sugiere utilizar el formato que permita comprender mejor la información presentada para el caso específico. El contenido del plan puede presentarse, por ejemplo, en forma de tabla, flujograma, texto redactado o una combinación de ellos. El formato seleccionado para este trabajo de investigación fue el tipo tabla, presentando una por cada proceso a gestionar. Esto se justifica en la afirmación que hace Sommerville, I. (ob. cit.) cuando señala que hay mayores posibilidades de que los ingenieros de software lean un plan de calidad compacto que uno con muchas páginas.

Con base al contenido sugerido por la norma ISO 10005:2005 y al método de desarrollo de software de la EDSF, se seleccionó la siguiente información a mostrar en cada tabla:

**Proceso:** se debe identificar el alcance del plan.

**Características de calidad asociadas:** se deben indicar los objetivos de calidad que se persiguen con el plan.

**Actividad de control:** se indica el nombre de la actividad de control de calidad seleccionada para el proceso.

**Momento de ejecución:** se indica el punto dentro del proceso de desarrollo donde se debe ejecutar la actividad de control.

**Entradas:** se deben indicar los documentos que sirven de entrada al plan de calidad.

**Control de registros:** se debe indicar cuáles registros se llevarán acerca del proceso y cómo se mantendrán.

**Control de documentos y datos:** debe especificarse quién revisa y aprueba los informes de control y a quiénes se envían.

**Procedimiento:** se requiere indicar la forma de llevar a cabo la actividad de gestión de calidad indicada.

**Criterios de aceptación:** se deben especificar los criterios que guiarán a los revisores para decidir si el producto evaluado debe ser aprobado o devuelto para modificaciones.

**Recursos:** la norma ISO 9000:2005 señala que debe especificarse dentro de un plan de calidad quién debe aplicar los procedimientos indicados.

**Auditorías a realizar:** se deben indicar las actividades que aseguren que se siguen los procedimientos y estándares definidos con respecto a la calidad del producto.

**Responsabilidades de la gerencia:** se deben identificar quiénes tienen a su cargo las revisiones y autorizaciones dentro de la gestión de calidad.

## 5.4. Objetivo específico N° 4: Diseñar un plan para la gestión de la calidad en proyectos de desarrollo de software financiero.

De acuerdo al proceso descrito anteriormente para la elaboración del plan para la gestión de la calidad, se desarrolló la estructura y contenido del mismo, aplicando la secuencia de actividades establecida en dicho proceso.

Actividad nro. 1: Identificar la información a utilizar como entrada para elaborar el plan.

Con base en lo sugerido por el PMI y la norma ISO 10005:2005 en cuanto a las entradas posibles para realizar un plan de calidad, se identificaron para este caso las siguientes:

- Políticas de calidad de la organización
- Características de calidad de mayor relevancia para un software financiero
- Causas y sub-causas de las no conformidades
- Procesos de la organización para el desarrollo de software y gestión de los proyectos.

Las políticas de calidad de la EDSF se resumen en tres aspectos:

- Lograr la superación de la empresa a través de la calidad.
- Lograr la presencia de la calidad en el personal y sus acciones para obtener productos y servicios útiles a los clientes.
- La calidad se logra aplicando un método de trabajo y manteniendo al equipo motivado y capacitado.

Las características de calidad más relevantes para el software financiero que desarrolla la EDSF objeto de este estudio fueron identificadas previamente con base a la situación actual del mismo, las necesidades de los interesados y la opinión de los directores de la empresa. Estas características son conveniencia funcional, eficiencia de ejecución, usabilidad, confiabilidad, seguridad, compatibilidad, mantenibilidad y portabilidad.

Las causas y sub-causas de las no conformidades fueron determinadas en el objetivo específico nro.1 y se utilizaron como guía para seleccionar las actividades de control y aseguramiento de calidad idóneas para el proceso a gestionar.

Los procesos que utiliza la EDSF para desarrollar el software corresponden a la adaptación hecha del modelo en cascada por parte de los directores de la empresa. Para proteger la confidencialidad de esta información, se muestran en este trabajo las etapas del proceso global y se hizo referencia a fases específicas sólo cuando fueron

objeto de algún procedimiento de gestión de calidad. Las etapas del proceso de desarrollo e instalación son las siguientes:

- Relevamiento y análisis detallado
- Planificación general del proyecto
- Diseño
- Programación / personalización
- Prueba funcional interna
- Pruebas de aceptación
- Liberación de producto
- Capacitación
- Puesta en producción
- Seguimiento

Actividad nro. 2: Definir el alcance del plan.

Los procesos del proyecto que fueron objeto de la gestión de calidad son los siguientes:

- Identificar a los interesados
- Definición del alcance

Los procesos del producto que fueron objeto de la gestión de calidad son los siguientes:

- Relevamiento detallado
- Análisis detallado
- Diseño
- Programación / personalización
- Prueba unitaria y de integración de productos

Actividad nro. 3: Desarrollar los procesos de control y aseguramiento de calidad.

A continuación se presentan las actividades de control y aseguramiento de la calidad para cada uno de los procesos a gestionar definidos en el alcance del plan.

Tabla 9: Plan para la gestión de la calidad

| **Proceso** | **Identificar a los interesados** |
|---|---|
| **Características de calidad asociadas** | Conveniencia funcional, Eficiencia de ejecución, Usabilidad, Confiabilidad, Seguridad, Compatibilidad |
| **Actividad de control** | Chequeo |
| **Momento de ejecución** | Después de la actividad Identificar los interlocutores válidos |
| **Entradas** | Relevamiento de interlocutores válidos (F.REG.002) |
| **Control de registros** | • Se utilizará el formato Lista de Chequeo de Interlocutores Válidos (F. PYC. 070)<br>• Se actualiza con cada verificación de interlocutores válidos<br>• Se envía al Director de Proyectos |
| **Control de documentos y datos** | Revisa y aprueba: Director de Proyectos |
| **Procedimiento** | 1. Se revisa cada ítem de la lista de chequeo, marcando sólo las que han sido cubiertas.<br>2. Se escriben las observaciones sobre los ítems no completados o no satisfactorios |
| **Criterios de aceptación** | • Están identificados los cargos y nombres de los responsables del cliente en las áreas de operaciones, tecnología, contabilidad, legal, tesorería, recursos humanos.<br>• Están identificados los cargos y nombres de los responsables del cliente de cualquier área adicional relacionada con el proyecto.<br>• Están identificados los cargos y nombres de los responsables de las organizaciones externas relacionadas con el proyecto (cuando aplique)<br>• Están identificados los nombres de los suplentes en cada una de las áreas mencionadas. |
| **Recursos** | Jefe de Proyecto |

.../...

(continuación)

| Proceso | Identificar a los interesados |
|---|---|
| **Auditorías a realizar** | Verificar que se haya aprobado el chequeo de los interlocutores válidos |
| **Momento de ejecución** | En cualquier momento del desarrollo del proyecto, siempre después de la evaluación del proceso |
| **Entradas** | Lista de Chequeo de Interlocutores Válidos (F. PYC. 070) |
| **Control de registros** | • Se utilizará el formato Auditoría Interna de Procesos (F. PYC. 072)<br>• Se actualiza con cada auditoría realizada |
| **Responsabilidades de la gerencia** | • Revisar el resultado de las auditorías<br>• Tomar las acciones necesarias según los resultados de las auditorías |

| Proceso | Definición del alcance |
|---|---|
| **Características de calidad asociadas** | Conveniencia funcional, Eficiencia de ejecución, Usabilidad, Confiabilidad, Seguridad, Compatibilidad |
| **Actividad de control** | Revisión de la calidad para las características asociadas |
| **Momento de ejecución** | Después de realizar la actividad Análisis Primario |
| **Entradas** | Documento de Análisis Primario (F.REG.005) |
| **Control de registros** | • Se utilizará el formato Evaluación de Procesos (F. PYC. 071)<br>• Se actualiza con cada revisión del Análisis Primario<br>• Se envía al Director de Proyectos |
| **Control de documentos y datos** | Revisa y aprueba: Director de Proyectos |
| **Procedimiento** | 1. Sesión introductoria<br>2. Distribución de documentos<br>3. Revisión<br>4. Reunión de evaluación<br>5. Elaboración del reporte de evaluación<br>6. Discusión del plan de acción para correcciones<br>7. Verificación de correcciones |

.../...

(continuación)

| Proceso | Definición del alcance |
|---|---|
| **Criterios de aceptación** | • Los módulos existentes a implementar están identificados<br>• Se especificaron con claridad las personalizaciones requeridas, si fuese el caso<br>• Se describieron con claridad los módulos nuevos<br>• Las interfases con otros productos están definidas con claridad |
| **Recursos** | 1. Sesión introductoria: Autor del Análisis Primario, Jefe de Proyecto, Director de Proyectos<br>2. Distribución de documentos: Autor del Análisis Primario<br>3. Revisión: Director de Proyectos<br>4. Reunión de evaluación: Autor del Análisis Primario, Jefe de Proyecto, Director de Proyectos<br>5. Elaboración del reporte de evaluación: Director de Proyectos<br>6. Discusión del plan de acción para correcciones: Autor del Análisis Primario, Jefe de Proyecto, Director de Proyectos<br>7. Verificación de correcciones: Jefe de Proyecto/ Director de Proyectos |
| **Auditorías a realizar** | Verificar que se haya aprobado la evaluación del Análisis Primario |
| **Momento de ejecución** | En cualquier momento del desarrollo del proyecto, siempre después de la evaluación del proceso |
| **Entradas** | Formato Evaluación de Procesos (F. PYC. 071) |
| **Control de registros** | • Se utilizará el formato Auditoría Interna de Procesos (F. PYC. 072)<br>• Se actualiza con cada auditoría realizada |
| **Responsabilidades de la gerencia** | • Revisar el resultado de las auditorías<br>• Tomar las acciones necesarias según los resultados de las auditorías |

.../....

(continuación)

| Proceso | Relevamiento detallado |
|---|---|
| **Características de calidad asociadas** | Conveniencia funcional, Seguridad, Compatibilidad |
| **Actividad de control** | Revisión de la calidad para las características asociadas |
| **Momento de ejecución** | En la tarea 1.2.4. Aprobación de lo relevado, al finalizar el paso nro. 2 Armar la carpeta de Relevamiento detallado |
| **Entradas** | Carpeta de Relevamiento Detallado (F. PYC. 034) |
| **Control de registros** | • Se utilizará el formato de Evaluación de Procesos (F. PYC. 071)<br>• Se actualiza en cada reunión de revisión del Relevamiento Detallado y luego de cada verificación de correcciones<br>• Se envía al Director de Proyectos |
| **Control de documentos y datos** | Revisa y aprueba: Responsable Funcional |
| **Procedimiento** | 1. Sesión introductoria<br>2. Distribución de documentos<br>3. Revisión<br>4. Reunión de evaluación<br>5. Elaboración del reporte de evaluación<br>6. Discusión del plan de acción para correcciones<br>7. Verificación de correcciones |
| **Criterios de aceptación** | • En las reuniones participaron los interlocutores válidos correspondientes<br>• Se cumplieron efectivamente las actividades de la tarea 1.2.3 Reuniones con el cliente |
| **Recursos** | 1. Sesión introductoria: Autor del relevamiento, Responsable Funcional<br>2. Distribución de documentos: Autor del relevamiento<br>3. Revisión: Responsable Funcional<br>4. Reunión de evaluación: Autor del relevamiento, Responsable Funcional<br>5. Elaboración del reporte de evaluación: Responsable Funcional<br>6. Discusión del plan de acción para correcciones: Autor del relevamiento, Responsable Funcional, Líder de Equipo o Jefe de Proyecto<br>7. Verificación de correcciones: Responsable Funcional |

.../...

(continuación)

| Proceso | Relevamiento detallado |
|---|---|
| **Auditorías a realizar** | Verificar con el responsable funcional la evaluación y aprobación del proceso de Relevamiento Detallado |
| **Momento de ejecución** | En cualquier momento del desarrollo del proyecto, siempre después de la evaluación del proceso |
| **Entradas** | Formato Evaluación de Procesos (F. PYC. 071) |
| **Control de registros** | • Se utilizará el formato Auditoría Interna de Procesos (F. PYC. 072)<br>• Se actualiza con cada auditoría realizada |
| **Responsabilidades de la gerencia** | Director de Proyectos:<br>• Atender casos de más de una evaluación rechazada, para evitar que se afecte negativamente el cronograma del proyecto<br>• Verificar la efectiva resolución de las correcciones<br>• Verificar el resultado de las auditorías |

| Proceso | Análisis detallado |
|---|---|
| **Características de calidad asociadas** | Conveniencia funcional, Seguridad, Compatibilidad |
| **Actividad de control** | Revisión de la calidad para las características asociadas |
| **Momento de ejecución** | Al finalizar la tarea 1.3.2. Documentación |
| **Entradas** | Carpeta de Análisis Detallado (F. PYC. 036) |
| **Control de registros** | • Se utilizará el formato de Evaluación de Procesos (F. PYC. 071)<br>• Se actualiza en cada reunión de revisión del Análisis Detallado y luego de cada verificación de correcciones<br>• Se envía al Director de Proyectos |
| **Control de documentos y datos** | Revisa y aprueba: Responsable Funcional |

.../...

*(continuación)*

| Proceso | Análisis detallado |
|---|---|
| **Procedimiento** | 1. Sesión introductoria<br>2. Distribución de documentos<br>3. Revisión<br>4. Reunión de evaluación<br>5. Elaboración del reporte de evaluación<br>6. Discusión del plan de acción para correcciones<br>7. Verificación de correcciones |
| **Criterios de aceptación** | • Cada requerimiento relevado tiene asociadas y detalladas las funcionalidades nuevas o modificadas que lo solucionan<br>• Están definidos los permisos necesarios por cada funcionalidad y la información a que tendrán acceso<br>• Está detallado el funcionamiento completo de la interacción con otros sistemas, los datos a intercambiar y sus características |
| **Recursos** | 1. Sesión introductoria: Autor del análisis, Responsable Funcional<br>2. Distribución de documentos: Autor del análisis<br>3. Revisión: Responsable Funcional<br>4. Reunión de evaluación: Autor del análisis, Responsable Funcional<br>5. Elaboración del reporte de evaluación: Responsable Funcional<br>6. Discusión del plan de acción para correcciones: Autor del análisis, Responsable Funcional, Líder de Equipo o Jefe de Proyecto<br>7. Verificación de correcciones: Responsable Funcional |
| **Auditorías a realizar** | Verificar con el responsable funcional la evaluación y aprobación del proceso de Análisis Detallado |
| **Momento de ejecución** | En cualquier momento del desarrollo del proyecto, siempre después de la evaluación del proceso |
| **Entradas** | Formato Evaluación de Procesos (F. PYC. 071) |
| **Control de registros** | • Se utilizará el formato Auditoría Interna de Procesos (F. PYC. 072)<br>• Se actualiza con cada auditoría realizada |

.../...

*(continuación)*

| Proceso | Análisis detallado |
|---|---|
| **Responsabilidades de la gerencia** | Director de Proyectos:<br>• Atender casos de más de una evaluación rechazada, para evitar que se afecte negativamente el cronograma del proyecto<br>• Verificar la efectiva resolución de las correcciones |

| Proceso | Diseño |
|---|---|
| **Características de calidad asociadas** | Conveniencia funcional, Eficiencia de ejecución, Usabilidad, Confiabilidad, Seguridad, Compatibilidad, Mantenibilidad, Portabilidad |
| **Actividad de control** | Revisión de la calidad para las características asociadas |
| **Momento de ejecución** | Al finalizar la tarea 3.8.1. Documentación |
| **Entradas** | Carpeta de Diseño (F. PYC. 039) |
| **Control de registros** | • Se utilizará el formato de Evaluación de Procesos (F. PYC. 071)<br>• Se actualiza en cada reunión de revisión del Diseño y luego de cada chequeo de correcciones<br>• Se envía al Director de Proyectos |
| **Control de documentos y datos** | Revisa y aprueba: Jefe de Proyecto |
| **Procedimiento** | 1. Sesión introductoria<br>2. Distribución de documentos<br>3. Revisión<br>4. Reunión de evaluación<br>5. Elaboración del reporte de evaluación<br>6. Discusión del plan de acción para correcciones<br>7. Verificación de correcciones |

.../...

(continuación)

| Proceso | Diseño |
|---|---|
| **Criterios de aceptación** | • Cubre todas las funcionalidades del análisis detallado<br>• Propone un uso óptimo de los recursos<br>• La interfaz de usuario es consistente, completa e intuitiva<br>• Están definidos los permisos de ejecución y el perfil de los usuarios<br>• Incluye el procesamiento a ejecutar en caso de fallas, para las funcionalidades que lo requieran<br>• Están incluidos todos los objetos necesarios para la interacción con otros sistemas, de ser el caso<br>• El diseño es modular y apegado a los estándares establecidos |
| **Recursos** | 1. Sesión introductoria: Analista programador autor del diseño, Líder de Equipo o Jefe de Proyecto, analistas programadores relacionados al módulo (máx. 2)<br>2. Distribución de documentos: Analista programador autor del diseño<br>3. Revisión: Líder de Equipo o Jefe de Proyecto, analistas programadores convocados<br>4. Reunión de evaluación: Analista programador autor del diseño, Líder de Equipo o Jefe de Proyecto, analistas programadores convocados<br>5. Elaboración del reporte de evaluación: Analista programador designado<br>6. Discusión del plan de acción para correcciones: Analista programador autor del diseño, Líder de Equipo o Jefe de Proyecto<br>7. Verificación de correcciones: Líder de Equipo o Jefe de Proyecto |
| **Auditorías a realizar** | Verificar con el Jefe de Proyecto la evaluación y aprobación del proceso de Diseño |
| **Momento de ejecución** | En cualquier momento del desarrollo del proyecto, siempre después de la evaluación del proceso |
| **Entradas** | Formato Evaluación de Procesos (F. PYC. 071) |
| **Control de registros** | • Se utilizará el formato Auditoría Interna de Procesos (F. PYC. 072)<br>• Se actualiza con cada auditoría realizada |

.../...

(continuación)

| Proceso | Diseño |
|---|---|
| **Responsabilidades de la gerencia** | Director de Proyectos:<br>• Atender casos de más de una evaluación rechazada, para evitar que afecte negativamente el cronograma del proyecto<br>• Verificar la efectiva resolución de las correcciones |

| Proceso | Prueba básica |
|---|---|
| **Características de calidad asociadas** | Conveniencia funcional, Eficiencia de ejecución, Usabilidad, Confiabilidad, Seguridad, Compatibilidad |
| **Actividad de control** | Revisión de la calidad para las características asociadas |
| **Momento de ejecución** | En la tarea 4.3.2. Prueba básica, al finalizar el paso nro. 1 Preparar pruebas del programador |
| **Entradas** | Especificación de casos de prueba (F. PYC. 060) |
| **Control de registros** | • Se utilizará el formato de Evaluación de Procesos (F. PYC. 071)<br>• Se actualiza en cada reunión de revisión de Prueba básica y luego de cada chequeo de correcciones<br>• Se envía al Director de Proyectos |
| **Control de documentos y datos** | Revisa y aprueba: Líder de Equipo o Jefe de Proyecto |
| **Procedimiento** | 1. Sesión introductoria<br>2. Distribución de documentos<br>3. Revisión<br>4. Reunión de evaluación<br>5. Elaboración del reporte de evaluación<br>6. Discusión del plan de acción para correcciones<br>7. Verificación de correcciones |

.../...

*(continuación)*

| Proceso | Prueba básica |
|---|---|
| **Criterios de aceptación** | Los casos de prueba contemplan las características de calidad del producto:<br>o Seguridad: están definidas listas de comprobación de seguridad con los casos posibles, basados en la experiencia<br>o Conveniencia funcional y Compatibilidad: están definidas pruebas de validación y pruebas de defectos<br>o Confiabilidad: están definidas pruebas con escenarios de fallas<br>o Eficiencia: están definidas pruebas de estrés para el tiempo de respuesta y capacidad de procesamiento<br>o Usabilidad: están incluidas pruebas sobre los mensajes mostrados al usuario |
| **Recursos** | 1. Sesión introductoria: Analista programador autor del producto, Responsable Funcional<br>2. Distribución de documentos: Analista programador autor del producto<br>3. Revisión: Responsable Funcional<br>4. Reunión de evaluación: Analista programador autor del producto, Responsable Funcional<br>5. Elaboración del reporte de evaluación: Responsable Funcional<br>6. Discusión del plan de acción para correcciones: Analista programador autor del producto, Responsable Funcional, Líder de Equipo o Jefe de Proyecto<br>7. Verificación de correcciones: Responsable Funcional |
| **Auditorías a realizar** | Verificar con el Líder de Equipo/Jefe de Proyecto la evaluación y aprobación del proceso de Programación/Personalización |
| **Momento de ejecución** | En cualquier momento del desarrollo del proyecto, siempre después de la evaluación del proceso |
| **Entradas** | Formato Evaluación de Procesos (F. PYC. 071) |
| **Control de registros** | • Se utilizará el formato Auditoría Interna de Procesos (F. PYC. 072)<br>• Se actualiza con cada auditoría realizada |

.../...

(continuación)

| Proceso | Prueba básica |
|---|---|
| **Responsabilidades de la gerencia** | Director de Proyectos:<br>• Atender casos de más de una evaluación rechazada, para evitar que afecte negativamente el cronograma del proyecto<br>• Verificar la efectiva resolución de las correcciones |

| Proceso | Prueba unitaria y Prueba de integración de productos |
|---|---|
| **Características de calidad asociadas** | Conveniencia funcional, Eficiencia de ejecución, Usabilidad, Confiabilidad, Seguridad, Compatibilidad |
| **Actividad de control** | Revisión de la calidad para las características asociadas |
| **Momento de ejecución** | Para la prueba unitaria:<br>• Al finalizar la tarea 5.2.1. Preparar las pruebas<br>Para la prueba de integración de productos:<br>• Al finalizar la tarea 5.3.1. Preparar las pruebas |
| **Entradas** | Especificación de casos de prueba (F. PYC. 060) |
| **Control de registros** | • Se utilizará el formato de Evaluación de Procesos (F. PYC. 071)<br>• Se actualiza en cada reunión de revisión del Prueba funcional interna y luego de cada chequeo de correcciones<br>• Se envía al Director de Proyectos |
| **Control de documentos y datos** | Revisa y aprueba: Jefe de Proyecto |
| **Procedimiento** | 1. Sesión introductoria<br>2. Distribución de documentos<br>3. Revisión<br>4. Reunión de evaluación<br>5. Elaboración del reporte de evaluación<br>6. Discusión del plan de acción para correcciones<br>7. Verificación de correcciones |

.../...

(continuación)

| Proceso | Prueba unitaria y Prueba de integración de productos |
|---|---|
| **Criterios de aceptación** | Los casos de prueba contemplan las características de calidad del producto:<br>○ Seguridad: están definidas listas de comprobación de seguridad con los casos posibles, basados en la experiencia<br>○ Conveniencia funcional y Compatibilidad: están definidas pruebas de validación y pruebas de defectos<br>○ Confiabilidad: están definidas pruebas con escenarios de fallas<br>○ Eficiencia: están definidas pruebas de estrés para el tiempo de respuesta y capacidad de procesamiento<br>○ Usabilidad: están incluidas pruebas sobre los mensajes mostrados al usuario, facilidad de operación de la interfaz y prevención de errores de usuario |
| **Recursos** | 1. Sesión introductoria: Responsable Funcional, Jefe de Proyecto<br>2. Distribución de documentos: Responsable Funcional<br>3. Revisión: Jefe de Proyecto<br>4. Reunión de evaluación: Responsable Funcional, Jefe de Proyecto<br>5. Elaboración del reporte de evaluación: Responsable Funcional<br>6. Discusión del plan de acción para correcciones: Responsable Funcional, Jefe de Proyecto<br>7. Verificación de correcciones: Jefe de Proyecto |
| **Auditorías a realizar** | Verificar con el Jefe de Proyecto la evaluación y aprobación del proceso de Prueba funcional Interna y/o de Integración de Productos |
| **Momento de ejecución** | En cualquier momento del desarrollo del proyecto, siempre después de la evaluación del proceso |
| **Entradas** | Formato Evaluación de Procesos (F. PYC. 071) |
| **Control de registros** | • Se utilizará el formato Auditoría Interna de Procesos (F. PYC. 072)<br>• Se actualiza con cada auditoría realizada |
| **Responsabilidades de la gerencia** | Director de Proyectos:<br>• Atender casos de más de una evaluación rechazada, para evitar que afecte negativamente el cronograma del proyecto<br>• Verificar la efectiva resolución de las correcciones |

# CAPÍTULO VI

## 6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

A continuación se presentará el análisis de los resultados obtenidos en la investigación realizada para la empresa objeto del estudio, identificada en este trabajo con las siglas EDSF (Empresa de Desarrollo de Software Financiero), en relación con los objetivos específicos y sus variables asociadas.

- Objetivo específico nro. 1: Determinar las causas de las fallas del software entregado a los clientes.

  Variable asociada: Causas de las fallas del software.

La base para el desarrollo de este objetivo fue el modelo de calidad de producto de software indicado por la norma ISO 25010:2011. Actualmente, de las ocho características establecidas, el software financiero presenta fallas en 6 de ellas, donde aproximadamente el 80% de las fallas se concentran entre la Conveniencia Funcional y la Eficiencia de Ejecución, dejando el 20% restante distribuido entre la Compatibilidad, Usabilidad, Confiabilidad y Seguridad (ver tabla 4). Con esta evidencia y con base a las definiciones indicadas en la norma, se puede afirmar que el proceso de desarrollo de software presenta problemas para generar un producto cuyas funcionalidades cubran los requerimientos explícitos e implícitos de los usuarios y que utilice adecuadamente los recursos para lograr un procesamiento eficiente.

La determinación de las causas y sus respectivas sub-causas contribuyen a establecer cuáles son las situaciones que deben evitarse mediante el plan de gestión de la calidad y dónde se originan. De la información procesada en la tabla 7 se puede observar que existen dos factores que son los principales focos de donde provienen los problemas del software financiero:

- Proceso, con 16 de las 31 causas de fallas, lo que representa aproximadamente un 52% del total

- Personal, con 10 de las 31 causas de fallas, lo que representa aproximadamente un 32% del total

Esto indica que el 84% de las situaciones que afectan la calidad del producto de software se producen bien sea por deficiencias en la efectividad del marco de trabajo o por carencias asociadas a las habilidades y ejecución del personal.

Este análisis proporciona un insumo importante para el diseño del plan para gestión de la calidad del presente estudio, pues orienta la ubicación de las actividades de control de calidad así como las auditorías a realizar dentro de la gestión del proyecto y la elaboración del producto específicamente.

- Objetivo específico nro. 2: Determinar los procesos clave para la gestión de calidad.

  Variable asociada: Procesos del producto y el proyecto con mayor impacto en la calidad del software entregado al cliente.

En este estudio se consideró que un proceso clave para la gestión de la calidad es aquel con mayor impacto en la calidad del producto y para seleccionarlos primero se debía definir dicha calidad de producto para el caso específico del tipo de software de esta investigación.

Los datos recopilados para este fin provinieron de diversas fuentes. El PMBOK proporcionó la teoría con respecto a quiénes son y la importancia de rol que juegan los *stakeholders* en cualquier proyecto con respecto a la definición de la calidad del mismo.

Las bases legales proporcionaron los requisitos de calidad de los *stakeholders* identificados como entes reguladores. La norma ISO 25010:2011 también ofreció aportes sobre los actores que pueden contribuir a la definición de los requisitos de calidad del producto de software, pues señala que la organización ejecutante del proyecto debe seleccionar las características de calidad que considera fundamentales para el tipo de software que produce. También provienen de la organización ejecutante

las políticas y objetivos de calidad, las cuales expresan las intenciones de la misma con respecto a la calidad.

Las características de calidad fundamentales para un software financiero resultaron se cinco de las ocho posibles, según el modelo de calidad de la norma ISO 25010:2011:

- Conveniencia funcional
- Eficiencia de ejecución
- Usabilidad
- Confiabilidad
- Seguridad

Con la definición de calidad claramente establecida para el software financiero, se debía determinar los procesos del proyecto y el producto que impactaban estas características de calidad. El PMBOK indica cuáles son los procesos de la gestión de un proyecto dentro del cual se desarrollan los procesos específicos del producto. Los procesos del producto provinieron de la teoría sobre el modelo en cascada y su respectiva adaptación por la EDSF así como de la norma ISO 12207:2008 sobre los procesos del ciclo de vida del software.

El resultado de relacionar las características de calidad con los procesos dio como resultado que son tres los procesos del producto que más impactan a la calidad:

- Diseño
- Programación / personalización
- Prueba unitaria y de integración de productos

Estos procesos están presentes en las cinco características definidas en el alcance de la calidad, siendo los procesos de Relevamiento detallado y Análisis detallado los procesos que la impactan en menor grado relativo, ya que se relacionan sólo a la Conveniencia Funcional y la Seguridad.

En cuanto a los procesos de la gerencia de proyectos, el mayor impacto se centra en procesos de la etapa de iniciación y planificación como la identificación de los

interesados, la recopilación de requisitos y la definición del alcance. Esto refuerza la importancia de gestionar la calidad desde las etapas iniciales del proyecto.

- Objetivo específico nro. 3: Describir el proceso de elaboración de un plan para la gestión de la calidad con base en el PMBOK y las normas ISO relacionadas.

  Variable asociada: Proceso de elaboración de un plan de gestión de la calidad.

Con la información presentada en la norma ISO 10005:2005 se estableció la secuencia de actividades necesarias para poder desarrollar un plan para gestionar la calidad del proyecto de desarrollo de software, así como el contenido sugerido para este documento. Los procesos de gestión de la calidad presentados en el PMBOK orientaron el tipo de actividades que debe contener un plan para este fin: control y aseguramiento de calidad. Por su parte, la norma ISO 10006:2003 proporcionó las guías a tener en cuenta al establecer y desarrollar el contenido del plan. Esta información en conjunto proporciona una guía específica y de aceptación general para llevar a cabo el proceso de elaboración de un plan de gestión de la calidad.

De las tres actividades establecidas para llevar a cabo este proceso, la primera busca recopilar la información sobre la cual se fundamente y justifique la selección de las actividades de control y aseguramiento de calidad. La información ya ubicada sobre el alcance definido de calidad para el software financiero, procesos de la organización para la gestión de proyectos así como las políticas de calidad y método de desarrollo de software son las bases a que se refiere esta actividad.

La segunda actividad referida a la definición del alcance del plan busca delimitar el trabajo de quien desarrolla el plan de gestión de la calidad, informando los procesos sobre los cuales se desarrollarán las actividades que se decidan para el plan.

La tercera actividad establece la definición precisa y detallada de las actividades de control y aseguramiento que se deban ejecutar durante la gestión de calidad del proyecto. Aquí se indica la información exacta que debe contener el plan objeto de este estudio, para que no haya interpretaciones erradas u omisiones cuando se lleve a la práctica.

- Objetivo específico nro. 4: Diseñar un plan para la gestión de la calidad en proyectos de desarrollo de software financiero.

  Variable asociada: Plan para la gestión de la calidad en proyectos de desarrollo de software financiero.

Al analizar el plan de calidad propuesto en este estudio, se puede observar que posee tres atributos fundamentales:

- Previene la afectación negativa de las características de calidad para productos de software. Al contemplar actividades de control y aseguramiento sobre los procesos que impactan la calidad del producto, se está presentado una propuesta concreta y efectiva para prevenir fallas del producto.
- Contribuye a implementar la mejora continua. El plan en sí mismo es un insumo para la fase denominada Planificar en el ciclo PHVA. Las actividades de control y aseguramiento serían las correspondientes a la fase de Verificación, pues permiten comparar los productos del proceso controlado contra criterios de aceptación que indiquen si se han alcanzado los objetivos de calidad definidos en el alcance.
- Se fundamenta en criterios efectivos y de éxito comprobado, al proponer las técnicas más utilizadas en la industria para el control de calidad en el proceso desarrollo de software.

# CAPÍTULO VII

## 7. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

En la evaluación del presente trabajo de investigación se determinará el grado de cumplimiento del objetivo general y los objetivos específicos. Se establecerá además si con este grado de cumplimiento se responde a la interrogante principal del estudio: ¿cuáles deben ser los elementos de un plan para la gestión de la calidad para el desarrollo de software financiero?

El desarrollo de esta investigación tuvo como objetivo general proponer un plan para la gestión de la calidad en los proyectos de desarrollo de software financiero, que garantizara el logro de los requisitos especificados. Para ello debían desarrollarse cuatro objetivos específicos:

- Determinar las causas de las fallas del software entregado a los clientes.
- Determinar los procesos clave para la gestión de calidad.
- Describir el proceso de elaboración de un plan para la gestión de la calidad con base en el PMBOK y las normas ISO relacionadas.
- Diseñar un plan para la gestión de la calidad en proyectos de desarrollo de software financiero.

Con respecto al primer objetivo específico, la información obtenida y procesada de fuentes vivas y documentales permitió precisar cuáles son las carencias actuales del software en cuanto a calidad y atribuirlas a situaciones reales dentro del proceso de desarrollo del producto y la ejecución del proyecto. El resultado de este primer objetivo permitió además determinar la realidad del software financiero que poseen los clientes de la empresa objeto del estudio, identificada en esta investigación como EDSF (Empresa de Desarrollo de Software Financiero), ya que la información de las incidencias y sus orígenes demuestran cuáles son los puntos débiles actualmente en el proceso de desarrollo del software.

Con el desarrollo del segundo objetivo, se cumplió con el propósito de delimitar los procesos de proyecto y el producto que deberían ser contemplados dentro del alcance del plan de calidad, al establecer una asociación lógica entre las características de calidad necesarias para un producto de software de tipo financiero y los procesos del proyecto y del producto que impactan en la consecución o no de estas características. El establecimiento de esta relación permitió obtener una visión concreta de dónde deben concentrarse los esfuerzos de la gestión de calidad.

El tercer objetivo específico se apegó a la definición de proceso para establecer cómo debe generarse un plan de gestión de la calidad. La norma ISO 10005:2005 define un proceso como un "conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados" (p. 2). El resultado de este objetivo presentó una secuencia de actividades que comienza por la determinación de la información de entrada, la delimitación del alcance del plan y la selección de la información a presentar en el plan. Adicionalmente se presenta una orientación en cuanto a los principios que debe seguir contenido de dicho plan, con base en la norma ISO 10006:2003. Esto cubre el propósito planteado para este objetivo específico.

Finalmente, el cuarto objetivo específico presentó un plan de gestión de la calidad para proyectos de desarrollo de software, con actividades de control y aseguramiento de calidad específicas para el caso de la investigación, con referencias a procesos y documentos de uso actual en la EDSF, con objetivos de calidad claros y bien fundamentados para los cuales se ejecutan las actividades señaladas en dicho plan.

De todo lo anteriormente descrito, se puede afirmar que con el desarrollo de estos cuatro objetivos específicos se dio respuesta al objetivo general y con éste a la interrogante inicial de la investigación, donde se solicita identificar lo que debe contener un plan para gestionar la calidad en proyectos de desarrollo de software financiero.

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego de haberse realizado el análisis y la evaluación de los resultados de la investigación desarrollada para la empresa objeto de estudio, identificada bajo las siglas EDSF (Empresa de Desarrollo de Software Financiero), se señalan a continuación las conclusiones que se derivan del trabajo realizado:

**Conclusiones**

1. Este trabajo de investigación tuvo como objetivo general diseñar un plan para la gestión de la calidad en proyectos de desarrollo de software financiero, que permitiera alcanzar los requisitos especificados.

2. El desarrollo de la investigación, apoyada en las bases teóricas seleccionadas, la información de las fuentes documentales y en el procesamiento de los datos captados de las fuentes vivas, permitió dar respuesta a cada uno de los objetivos específicos planteados, así como al objetivo general.

3. Se especificaron en detalle las causas por las que el software financiero entregado a los clientes de la EDSF ha presentado fallas de funcionamiento.

4. Se determinaron los procesos del proyecto y el producto que debían ser considerados para la gestión de la calidad, según el nivel de calidad establecido para el software financiero.

5. Se detalló el proceso que permitiera elaborar un plan para la gestión de la calidad, especificando las actividades a realizar y las características del producto a generar.

6. Se formuló un plan para la gestión de la calidad que fuese aplicable a los proyectos de desarrollo de software financiero de la empresa objeto del estudio, según el proceso de elaboración descrito, en el que especificaron las actividades de control y aseguramiento de calidad a ejecutar sobre los procesos que impactan las características de calidad requeridas para el producto.

**Recomendaciones**

Para implementar el plan de gestión de la calidad diseñado en este trabajo de investigación, se recomienda a la empresa objeto de este estudio ejecutar las siguientes acciones:

1. Realizar una revisión detallada del método empleado para desarrollo de software, a fin de optimizarlo en términos de las actividades que se deban descontinuar, las que necesiten ajustes y las que deban ser incorporadas. Determinar la frecuencia adecuada para esta revisión y repetirla según ésta.

2. Sensibilizar al personal en cuanto a los beneficios que trae a toda la organización la práctica de actividades de control y aseguramiento de calidad en las operaciones diarias, a fin de generar un ambiente receptivo a la ejecución de dichas actividades.

3. Reforzar el área de pruebas funcionales y el área de calidad con el personal que será responsable de ejecutar las actividades de control y aseguramiento de calidad.

4. Reforzar la capacitación al personal sobre el método empleado para desarrollo de software, una vez revisado y aprobado.

5. Otorgar a la implementación del plan de gestión de la calidad la formalidad necesaria, mediante la documentación de los nuevos procedimientos y la capacitación del personal sobre las nuevas actividades, a fin de generar en éste el compromiso y la cooperación indispensables para el éxito de la gestión de calidad.

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS


Cuatrecasas, Ll. (2010). *Gestión integral de la calidad. Implantación, control y certificación.* España: Profit Editorial.

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. (1999, 20 de Diciembre). *Gaceta Oficial de la República, 5453 (Extraordinaria)*, 2000, 24 de Marzo.

Decreto-Ley sobre Mensajes de Datos y Firmas Electrónicas. (Decreto nro. 1204). (2001, 10 de Febrero). *Gaceta Oficial de la República, 37148,* 2001, 28 de Febrero.

Díaz, C. (2008). *Plan de la Calidad para la mejora del desarrollo de software.* Trabajo Especial de Grado no publicado (Especialista en Sistemas de la Calidad), Universidad Católica Andrés Bello, Caracas.

Empresa de Desarrollo de Software Financiero (2005). *Metodología universal de desarrollo e instalación de sistemas.* Versión 1. Caracas.

Hurtado, J. (2010). *El proyecto de investigación. Comprensión holística de la metodología y la investigación.* (6ta. ed.). Bogotá-Caracas: Quirón Ediciones.

Ley del Sistema Venezolano para la Calidad. (2002, 7 de Octubre). *Gaceta Oficial de la República, 37543.*

Llorens, J. (2005) *Gerencia de Proyectos de Tecnología de Información.* Caracas: Editorial CEC, S.A.

Montañez, L. (2006). *Diseño de un modelo para el control de la calidad de los proyectos de desarrollo de software en las organizaciones del Estado venezolano.* Trabajo Especial de Grado no publicado (Especialista en Gerencia de Proyectos), Universidad Católica Andrés Bello, Caracas.

Normas Relativas a la Protección de los Usuarios y Usuarias de los Servicios Financieros. (2011, 15 de Marzo). *Gaceta Oficial de la República, 39635,* 2011, 16 de Marzo.

Organización Internacional de Normalización (ISO) (2011) *ISO/IEC 25010:2011 Ingeniería de sistemas y software. Requerimientos de calidad y evaluación de sistemas y software. Modelo de calidad para sistemas y software.*

Organización Internacional de Normalización (ISO) (2008) *ISO/IEC 12207:2008 Ingeniería de sistemas y software. Procesos del ciclo de vida del software.* (2da. ed.)

Organización Internacional de Normalización (ISO) (2009) *ISO/IEC/IEEE 16326:2009 Ingeniería de sistemas y software. Procesos del ciclo de vida. Gerencia de Proyectos.*

Organización Internacional de Normalización (ISO) (2005) *ISO 10005:2005 Sistemas de Gestión de la Calidad. Guías para Gestión de la Calidad en Proyectos.*

Organización Internacional de Normalización (ISO) (2003) *ISO 10006:2003 Sistemas de Gestión de la Calidad. Guías para planes de la calidad.* (2da. ed.)

Pressman, R. (2006). *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico.* Traducido de la 6ta edición en inglés de *Software Engineering. A practitioner's Approach.* México: Mc-Graw Hill Interamericana.

Project Management Institute. (2008). *A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide).* (4ta. ed.). Pennsylvania: Project Management Institute.

Real Academia Española. (1992). *Diccionario de la Lengua Española.* (21va. ed.) Madrid: Espasa-Calpe, S.A.

Rojas, F. (2008). *Procesos de la Dirección de Proyectos.* Referenciado por Margarita Alberti (2009) en la presentación para el curso *Procesos en la Gerencia de Proyectos.* (Postgrado en Gerencia de Proyectos). Universidad Católica Andrés Bello, Caracas.

Sabino, C. (1980). *El proceso de investigación.* Buenos Aires: El Cid Editor.

Sommerville, I. (2005). *Ingeniería del software*. Traducido de la 7ma edición en inglés de *Software Engineering*. Madrid: Pearson Educación, S.A.

Tamayo, M. (1996). *El proceso de la investigación científica*. (3ra. ed.). México: Editorial Limusa.

## REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

Caldentey, M. (2011, Junio 23). *Reemplazando el core en banca y seguro.* Estrategia y Negocios, 40-42. Recuperado en Septiembre 17, 2011, desde http://estrategiaynegocios.net/revista/Default.aspx?option=515

Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos – Sociedad de Computación (IEEE-CS), Asociación para Maquinarias de Computación (ACM) (1999). *Ingeniería de Software. Código de Ética y Práctica Profesional 5.2*. Recuperado en Octubre 20, 2011, de la World Wide Web: http://www.acm.org/about/se-code-s/

Juran, J. M. (1986, Mayo 20). *The Quality Trilogy. A Universal Approach to Managing for Quality.* Wilton: Juran Institute, Inc. Recuperado en Noviembre 10, 2011, de la World Wide Web: http://www.juran.com/downloads/TheQualityTrilogy.pdf

Sociedad Mexicana para el Desarrollo de Calidad Total, S.C. (2009, Enero 8). *Biografías: Joseph M. Juran.* Recuperado en Noviembre 15, 2011, de la World Wide Web: http://www.fundameca.org.mx/Biografias/juranbio.php

## Anexo A

## Guía de entrevista sobre calidad de producto según el modelo de calidad de producto de la norma ISO/IEC 25010: 2011 – Causas de las fallas presentadas

# CALIDAD DE PRODUCTO

## DETERMINACIÓN DE CAUSAS DE LAS FALLAS PRESENTADAS

## PERÍODO 2008 – 2011

**Entrevista nro. 1**

**Presentación**

El objetivo de la presente entrevista es obtener su opinión sobre las razones de las fallas de calidad del producto.

Ud. ha sido seleccionado para responder a las preguntas de esta entrevista con base a su antigüedad en la empresa, el perfil de su cargo y su experiencia laboral. Se resguardará la confidencialidad de sus respuestas, por lo cual su identidad no será revelada.

**Contenido**

Del análisis realizado sobre un universo de 35 incidencias por cerrar de 2008 a 2011 para el principal cliente de la empresa, se obtuvo que éstas reflejan diez tipos diferentes de fallas de calidad de software, según la norma ISO/IEC 25010. Los tipos de fallas identificadas se describen a continuación, sin orden particular:

- **Funcionalidades incompletas**: faltan funcionalidades en el sistema para que el usuario pueda cubrir sus tareas.
- **Funcionalidades incorrectas**: funcionalidades que producen resultados incorrectos.
- **Ineficiencia en la ejecución (tiempo):** funcionalidades con un tiempo de procesamiento y respuesta que excede lo requerido.
- **Ineficiencia en la ejecución (capacidad):** funcionalidades cuyos límites de procesamiento no cubren lo requerido.
- **Problemas al operar con información de otros sistemas:** funcionalidades que presentan problemas al procesar información recibida de sistemas externos.

- **Falta de protección contra errores del usuario:** funcionalidades sin controles efectivos para evitar que el usuario registre datos erróneos.
- **Interfaz de usuario inefectiva:** funcionalidades cuya interacción con el usuario resulta confusa para éste.
- **Fallas de confiabilidad (madurez):** funcionalidades de uso cotidiano que presentan problemas bajo operación normal.
- **Fallas de confiabilidad (recuperación):** funcionalidades que al presentarse una falla o error en el procesamiento, no recuperan los datos afectados al estado anterior correspondiente.
- **Fallas de seguridad (confidencialidad):** funcionalidades que no aseguran que los datos sean accesibles sólo por las personas que corresponda.

Con base a su experiencia laboral en la empresa y a su participación en los procesos de análisis, diseño, codificación y/o implementación del producto, responda por favor a la siguiente pregunta:

- *¿Cuáles son las causas que Ud. considera relevantes por las cuales se produce cada tipo de falla identificada?*

| **Tipo de falla** | **Causas** |
|---|---|
| Funcionalidades incompletas | |
| Funcionalidades incorrectas | |
| Ineficiencia en la ejecución (tiempo) | |
| Ineficiencia en la ejecución (capacidad) | |
| Problemas al operar con información de otros sistemas | |
| Falta de protección contra errores del usuario | |

| ***Tipo de falla*** | **Causas** |
|---|---|
| Interfaz de usuario inefectiva | |
| Fallas de confiabilidad (madurez) | |
| Fallas de confiabilidad (recuperación) | |
| Fallas de seguridad (confidencialidad) | |

# Anexo B

## Guía de entrevista sobre calidad de producto según el modelo de calidad de producto de la norma ISO/IEC 25010: 2011 – Características clave para la empresa

# CALIDAD DE PRODUCTO

## DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS CLAVE

**Entrevista nro. 2**

**Presentación**

El objetivo de la presente entrevista es obtener su opinión sobre las características de calidad del producto que considera claves para el software financiero que desarrolla e implementa la empresa.

**Contenido**

La norma ISO/IEC 25010:2011 establece ocho características de calidad para los productos de software, que a su vez se dividen en sub-características. Estas características sirven de guía para obtener productos con el nivel de calidad deseado, por lo que no es obligatorio cumplir con todas sino con las que la empresa considere de mayor prioridad de acuerdo al tipo de producto de software que desarrolle y las necesidades de las partes interesadas.

La intención de esta entrevista es obtener su opinión sobre las características de calidad que Ud. considere de mayor relevancia para el software financiero que desarrolla la empresa.

| | |
|---|---|
| **Conveniencia funcional** | Grado en el que un producto o sistema provee funciones que cubren necesidades establecidas e implícitas cuando se utilizan bajo condiciones especificadas. |
| **Eficiencia de ejecución** | Rendimiento obtenido con respecto a la cantidad de recursos utilizados bajo condiciones establecidas |
| **Compatibilidad** | Grado en el que un producto, sistema o componente puede intercambiar información con otros productos, sistemas o componentes, y/o realizar las funciones requeridas mientras comparte el mismo ambiente de hardware o software. |
| **Usabilidad** | Grado en el cual un producto o sistema puede ser usado por los usuarios indicados para lograr las |

| | |
|---|---|
| | metas especificadas con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso especificado. |
| **Confiabilidad** | Grado en el cual un producto, sistema o componente realiza funciones especificadas, bajo condiciones específicas, durante un período de tiempo establecido. |
| **Seguridad** | Grado en el que un producto o sistema protege los datos e información, de modo que las personas u otros productos o sistemas tienen el grado apropiado de acceso a los datos según sus tipos y niveles de autorización. |
| **Mantenibilidad** | Grado de efectividad y eficiencia con el cual un producto o sistema puede ser modificado por el personal de mantenimiento indicado. |
| **Portabilidad** | Grado de efectividad y eficiencia con el cual un sistema, producto o componente puede ser transferido de un hardware, software, ambiente operativo o de usuario a otro. |

## Anexo C

## Formato de control de calidad – F.PYC. 070 Lista de Chequeo de Interlocutores Válidos

<LOGO>

EMPRESA DESARROLLADORA DE SOFTWARE FINANCIERO

# LISTA DE CHEQUEO DE INTERLOCUTORES VÁLIDOS

| Fecha: |
|---|

Proyecto:

Responsable:

| Áreas relacionadas al proyecto | Datos identificados | | Observaciones |
|---|---|---|---|
| | Nombres y cargos del responsable principal | Nombres y cargos del suplente | |
| Operaciones | | | |
| Tecnología | | | |
| Contabilidad | | | |
| Legal | | | |
| Tesorería | | | |
| Recursos Humanos | | | |
| Otras áreas internas | | | |
| Organizaciones externas | | | |

| APROBADO |
|---|
| NOMBRE: |
| FIRMA |
| FECHA: |

Formato: F.PYC.070

Versión: 01

Pág: 1/1

## Anexo D

## Formato de control de calidad – F.PYC.071 Evaluación de Procesos

<LOGO>

EMPRESA DESARROLLADORA DE SOFTWARE FINANCIERO

# EVALUACIÓN DE PROCESOS

Proyecto:

Proceso:

Responsable:

| **Resultado de la evaluación** |
|---|
| **Elementos a corregir** |
| • |
| **Elementos faltantes** |
| • |
| **Elementos sobrantes** |
| • |

| **Plan de acción** | | |
|---|---|---|
| **Actividad a realizar** | **Responsable** | **Fecha compromiso** |
| | | |

| **APROBADO** |
|---|
| NOMBRE: |
| FIRMA |
| FECHA: |

Formato: F.PYC.071

Versión: 01

Pág: 1/1

## Anexo E

## Formato de aseguramiento de calidad - F. PYC. 072 Auditoría interna de procesos

<LOGO>

**EMPRESA DESARROLLADORA DE SOFTWARE FINANCIERO**

# AUDITORÍA INTERNA DE PROCESOS

Fecha:

Proyecto:

Proceso:

Responsable (auditado):

Revisión nro:

| Actividad | Aprobada por | Fecha |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |