

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 2



“Propuesta de procedimiento para determinar los Costos Totales de la Calidad en los proyecto de software del Centro de Telemática de la UCI.”

Trabajo de Diploma para optar por el título de:

Ingeniero en Ciencias Informáticas

Autores:

Yeisis Pérez Díaz

Jorge Félix Jiménez Valdés

Tutor:

MSc. Yurelkis Iznaga Lamour

Ciudad de La Habana, Junio del 2010



La sabiduría consiste en saber cuál es el siguiente paso;

la virtud, en llevarlo a cabo.

David Starr Jordan.

Declaración de Autoría

Por este medio declaramos que somos los únicos autores de este trabajo y autorizamos a la Universidad de las Ciencias Informáticas para que haga el uso del mismo en su beneficio. Para que así conste firmo la presente a los ____ días del mes de _____ del año 2010.

Firma del Autor

Yeisis Pérez Díaz

Firma del Autor

Jorge Félix Jiménez Valdés

Firma del Tutor

Yurelkis Iznaga Lamour

Dedicatoria

A mi madre, por ser mi inspiración, mi razón de ser, por cuidarme siempre por quererme tanto, por estar siempre...Por ser la mejor madre del mundo...

A mi papá, por mi educación, por siempre confiar en mí, por no permitirme nunca defraudarlo...

A mi hermana y mis tías por estar ahí siempre....

A mi novio Jorge Félix, por ser tan lindo conmigo y quererme tanto...

*A mi abuelo **Pipo**, porque el día de tu muerte te prometí que sería alguien en la vida y hoy te lo cumplo, sé que si me vieras estarías muy orgulloso de mi...*

Yeisis

A mi abuela Marta por ser quien siempre ha estado ahí para ayudarme y guiarme, por quererme tanto y por ser la mejor abuela del mundo...

A mi mamá por sacrificarse tanto para criar dos hijos varones y por ser una gran madre...

A mi papá por ser mi meta y mi ejemplo, por ayudarme y aconsejarme...

A mi tío Wilberto que no está pero siempre lo recuerdo...

A mis tres hermanos, Víctor Manuel, Roselizi, y Rosemarie que los quiero mucho y espero servirles de ejemplo siempre...

A mi madrastra Cenía que ha sido como una madre....

A mi novia Yeisis que la quiero mucho, y siempre ha estado ahí desde que está a mi lado...

Jorge Félix

Agradecimientos

Durante la vida de estudiante son muchas las personas que contribuyen con nuestra formación profesional y para la vida, profesores, amigos la familia.... En este momento cumbre de nuestros estudios, donde dejamos de ser estudiantes para convertirnos en profesionales, les agradecemos sinceramente a:

*Nuestra tutora **Yurelkis Iznaga Lamour** por su ayuda, paciencia, apoyo, por haber estado siempre dispuesta y mostrarnos el camino correcto a seguir.*

Yeisis y Félix

Le agradezco a mi abuela Marta por ser la mejor abuela del mundo,

A mi mamá por quererme tanto,

A mi papá por servirme como ejemplo, y a mi madrastra Cenía por estar junto a él y quererme tanto,

A mis hermanos Víctor, Chichi, y Rosy que los quiero mucho,

A mis tíos Wilbe, Tony, Olguita, Roberto y Lola,

A mi Abuela Gurrumina,

A todos mis primos: Yanio, Robertico, Dachelis y Dayeli,

A mi suegra por ser tan buena conmigo y quererme tanto...

A los socios de barrio: Addiel, Arley, Mauris y Dairon.

En especial a los amigos de la escuela por estar juntos por 5 años en los cuales vivimos cosas muy buenas y otras no tan buenas, Iván(El flaco), Santiago, Pepe, Manfred, El Veiti, Yamil (El Negrón)a Yoel(EL_10), a PJ, Marlon, Omar, Yuniel, a Jaime, al Católico y el ultimo que llevo El_Pedri.

A los socios de las fiestas: Iván (El Palmero), Argenis, y Yoel.

A mi profesora y tutora Yurelkis a la cual le agradezco infinitamente todo lo que ha hecho por mí.

Agradecimientos

A mi compañera de tesis que a la misma vez es mi novia, por ser tan especial, por elogiarme y criticarme cuando se hace necesario, y por sobre todas las cosas por quererme tanto...

Jorge Félix

Agradezco infinitamente a mi mamá por ser la mejor madre del mundo, a mi papá por estar siempre ahí, por su consejo oportuno, a mi hermanita linda por ser mi mejor amiga, mi cómplice en todo, por su amor... A mis tías Martha, Marita y a las dos Mirtha por ser tan buenas conmigo y quererme tanto por ser para mí mis segundas madres... A mi sobrinito Edson Manuel. A mis primas Carmen, Daniela, Chelita, Maray, Mirtica. A ti Kary por crecer junto a mí y por todos los momentos buenos y malos que pasamos en esta Universidad.

Agradezco a mi abuela Carmen, a mis hermanos Yoel y Yoan a mis primos Pancho y Juan Carlos a Elsa (mima), a mis dos suegras Marta y Odalis por quererme tanto y portarse tan bien conmigo.

Agradezco a todos mis amigos de la UCI por vivir tantos momentos lindos, a Yipsy, Ismaray, Liudmila, Arianna, Licel, Natacha, Jose, Daiamna, Rita, Yuniel, Radel, Yanelis, Akemi, a mi eterno grupo 2104...

Agradezco a Mónica por ser la persona maravillosa que es, y por la amistad tan linda que tenemos.

Agradezco a mis vecinos Yoel y Graciela por ser para mí como mi familia y a mi amiga de la infancia Isma...

Y por último, no porque sea menos importante, le agradezco infinitamente a mi compañero de tesis, mi amigo, mi novio, a ti tata por tanto amor, por tantos momentos lindos, por estos dos años en los que he sido tan feliz.

Gracias a todas las personas que de una manera u otra han estado ahí siempre...

Gracias...

Yeisis.

Índice

Resumen	VI
Introducción	- 1 -
Capítulo 1.Fundamentación Teórica	- 6 -
1.1 Calidad del software	- 6 -
1.1.1 ¿Cómo controlar la calidad del software?	- 7 -
1.2 Gestión de la Calidad	- 8 -
1.2.1 ¿Qué se entiende por Mejoramiento Continuo?	- 11 -
1.3 Modelo de Madurez de Capacidad Integrada (CMMI)	- 13 -
1.4 Planificación de la calidad.	- 14 -
1.5 Costos Totales de la Calidad.....	- 15 -
1.5.1 Los Costos Totales de la Calidad y su influencia en la toma de decisiones.	- 16 -
1.5.2 Tipos de costos de calidad más usuales.	- 16 -
Capítulo 2: Propuesta de procedimiento para determinar los Costos Totales de la Calidad en los proyectos de software del Centro de Telemática de la UCI.	- 19 -
2.1 Centro de Telemática de la UCI.	- 19 -
2.2 Propuesta de procedimiento para determinar los Costos Totales de la Calidad en los proyectos de software.	- 20 -
Capítulo 3: Validación y Aplicación de la Propuesta de procedimiento para determinar los Costos Totales de la Calidad en los proyectos del Centro de Telemática de la UCI.	- 42 -
3.1 Método Delphi.	- 42 -
3.2 Validación de la Propuesta.	- 43 -
3.3 Resultados de la encuesta.	- 47 -
3.4 Aplicación del Procedimiento.....	- 50 -

Conclusiones Generales	- 61 -
Recomendaciones	- 62 -
Referencias Bibliográficas	- 63 -
Bibliografía	- 65 -
Anexos	- 67 -

Resumen

Dentro de la gestión de la calidad los Costos Totales de la Calidad se consideran una herramienta fundamental en la mejora continua de las organizaciones. La presente investigación describe los antecedentes de la calidad y el papel que juegan los Costos Totales de la Calidad en la misma, con vista al diseño de un procedimiento para determinar los Costos Totales de la Calidad aplicable a los proyectos de software producidos por el Centro de Telemática de la Universidad de las Ciencias Informáticas. La consecución de dicho procedimiento conllevará a minimizar la deficiente gestión de la calidad que existe en la ejecución del proceso de desarrollo del software llevado a cabo por los proyectos productivos del centro mediante la optimización de los costos de la calidad en que incurren, facilitando de manera efectiva la toma de decisiones.

Para el diseño de la propuesta se realizó un análisis de diferentes procedimientos o metodologías para determinar los Costos Totales de la Calidad en varias organizaciones de diferentes ramas de la economía; contando el procedimiento de cinco etapas aplicable al proceso de desarrollo de software. La validación de la propuesta se efectuó en el proyecto Sistema de Gestión Integral de Costo para Plantas Telefónicas PABK (PBX).

Palabras Claves

Calidad.

Costos de la Calidad.

Cálculo de los Costos de la Calidad.

Gestión de la Calidad.

Planificación de la Calidad.

Centro de Telemática.

Introducción

Hoy en día para poder introducirse en el mercado del software y ocupar puestos privilegiados o al menos prosperar en la industria, es necesario complacer al cliente y a la empresa para la cual se trabaja, esto solo se logra con la calidad requerida de los productos demandados. La calidad ya no es un elemento más, sino que se ha convertido en uno de los principales factores competitivos, sin el cual toda empresa estará condenada al fracaso y a su posterior desaparición [1].

En el contexto internacional el Standish Group en su informe anual "Reporte del Caos" del año 2009 ejemplificó con cifras el estado de los proyectos de desarrollo de tecnología, evidenciando una marcada disminución en la tasa de éxito de los mismos, donde el 32% de los proyectos no se entregan en el tiempo establecido, el 44% excede el presupuesto fijado, y un 24% no cumple con las características y funciones definidas [28]; dado principalmente por: la mala estimación inicial, carencia de planeación, inadecuada atención al plan de trabajo, mala gerencia al control de cambios y falta de revisiones de los riesgos del proyecto.

En la actualidad los Costo Totales de la Calidad son un factor indispensable. Si una empresa no es competitiva en cuanto a estos, ni siquiera puede ingresar en el mercado [1]. Los Costos Totales de la Calidad abarcan todas las actividades en las que incurre una organización para asegurar la calidad satisfactoria, así como las pérdidas sufridas cuando no se obtiene la calidad requerida [2].

Para Cuba, insertada en un entorno complejo y dinámico, la búsqueda de mayores resultados económicos y sociales es fundamental en el sector empresarial, donde la calidad debe jugar un papel estratégico. La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) se ha convertido, en muy poco tiempo, en un centro de referencia para la Industria Cubana del Software. Uno de los caminos a seguir por la UCI para asegurar el correcto desarrollo y terminación de proyectos, productos y servicios es el de institucionalizar el Modelo de Madurez de Capacidad Integrada (CMMI) por sus siglas en inglés, con el propósito de organizar la calidad en los proyectos de software que se ejecutan en la Universidad y por consiguiente lograr un mayor número de proyectos culminados en plazo, dentro del presupuesto fijado y con las funcionalidades definidas [4].

Hasta noviembre del 2009, Calisoft ha realizado minuciosas comprobaciones a los productos, los principales problemas se manifiestan en el completamiento del expediente del proyecto, la metodología de desarrollo, uso de planillas que no están vinculadas a ningún lineamiento de calidad, entregables sin fechas definidas,

proyectos que no usan herramientas para la gestión de errores, la gestión de proyectos y la gestión documental, además de proyectos que no presentan herramientas para las distintas pruebas a realizar al producto [17].

Dada esta situación la UCI ha puesto en marcha un programa de mejora, el cual está encaminado a que la Universidad alcance en el 2010 una certificación internacional del nivel 2 del modelo CMMI, hecho que la convertiría en la primera institución cubana certificada con este estándar. En dicho programa de mejora ya se encuentran definidos y en pilotos los siete procesos del nivel 2 de CMMI: Aseguramiento de la Calidad a Procesos y Productos (PPQA), Administración de Requisitos (REQM), Planeación del Proyecto (PP), Monitoreo y Control del Proyecto (PMC), Medición y Análisis (MA), Administración de Acuerdos con Proveedores (SAM) y Administración de la Configuración (CM). Con la instauración de dicho modelo se conseguirá una substancial mejora de la calidad en los proyectos [4].

Esta problemática ha generado que en la actualidad los proyectos de desarrollo de software en la UCI den lugar a un gran número de no conformidades (NC) que atentan contra la entrega en fecha del producto al cliente. En los proyectos del Centro de Telemática (CT), donde se enmarcara esta investigación, a partir de una encuesta aplicada a 8 de los 10 proyectos en ejecución con el propósito de diagnosticar la gestión de la calidad en los mismos se detectaron las dificultades siguientes: el 37,5 % de las no conformidades detectadas en la prueba de aceptación son consideradas significativas en la funcionalidad y usabilidad del sistema, 62,5 % no tienen definido el plan de aseguramiento de la calidad y el 62,5 % no cumplen en su totalidad con los requisitos pactados con el cliente. Esto está dado principalmente porque no se concibe como parte del proceso de desarrollo de software de manera planificada, actividades relacionadas con la prevención y la evaluación de errores y fallas del producto de software en su ciclo de vida. La planificación y ejecución de las actividades de evaluación y prevención durante el proceso de desarrollo están orientadas a asegurar desde los inicios, el cumplimiento con los requisitos acordados con el cliente. Por lo que amerita investigar:

Problema Científico

¿Cómo lograr una visión objetiva sobre el desempeño del proyecto en cuanto a la Gestión de la Calidad de manera que se contribuya a reducir el tiempo invertido en corregir fallas internas y externas detectadas en los diferentes momentos destinados a evaluar el software?

Objeto de estudio

Debido a lo explicado se puede afirmar que el objeto de estudio de esta investigación es la Gestión de la Calidad en los proyectos productivos del Centro de Telemática de la UCI.

Campo de acción

De ello el campo de acción de esta investigación son los Costos Totales de la Calidad expresados en horas que intervienen en el proceso de desarrollo de software ejecutado por los proyectos productivos en el Centro de Telemática de la UCI.

Objetivo General

- Definir un procedimiento para determinar los Costos Totales de la Calidad expresados en horas aplicable a los proyecto de software producidos por el Centro de Telemática de la UCI.

Objetivos Específicos

- Concebir un procedimiento para determinar los Costos Totales de la Calidad, adecuado al proceso de desarrollo de software.
- Aplicar el procedimiento para determinar los Costos Totales de la Calidad expresados en horas en un proyecto del Centro de Telemática de la UCI.

Tareas de la investigación

Para dar cumplimiento a los objetivos específicos se proponen las siguientes tareas de la investigación:

1. Estudio bibliográfico referido a la mejora continua dentro de la Gestión de la Calidad, teniendo en cuenta la influencia de los Costos Totales de la Calidad.
2. Recopilación de información de fuentes existentes para determinar los Costos Totales de la Calidad.
3. Análisis de fuentes bibliográficas sobre metodologías y procedimientos existentes para determinar los Costos Totales de la Calidad.
4. Diseño de un procedimiento para determinar los Costos Totales de la Calidad, aplicable al proceso de desarrollo de software.

Idea a Defender

Con la aplicación de la Propuesta de procedimiento para determinar los Costos Totales de la Calidad se obtendrá visión objetiva sobre el desempeño del proyecto en cuanto a la gestión de la calidad, lo cual permitirá reducir el tiempo invertido en corregir fallas internas y externas detectadas en los diferentes momentos destinados a evaluar el software.

Métodos Teóricos

- El método **analítico-sintético** para obtener de las consultas bibliográficas los conocimientos más actuales del problema a resolver.
- El método **inductivo-deductivo**, para a través de un razonamiento llegar a un grupo de conocimientos particulares y generales.
- El método de **modelación**, para explicar determinados contenidos a través de gráficas y diagramas.

Métodos Empíricos

- **La entrevista** como vía para obtener la información valiosa y concisa respecto a los Costos Totales de la Calidad.
- **La encuesta** para obtener datos concisos de la situación de los proyectos del Centro de Telemática y para la validación de la propuesta.

Resultados

Con el trabajo de diploma se pretenden obtener los siguientes resultados:

- Métricas para determinar los Costo Totales de la Calidad y la Mala Calidad involucrada en el desarrollo del software.
- Método de trabajo para la aplicación de dichas métricas.
- Evidencia objetiva sobre la aplicabilidad del procedimiento definido mediante su validación en uno de los proyectos del Centro de Telemática de la UCI.
- Procedimiento para determinar los Costos Totales de la Calidad enfocado en el proceso de desarrollo de software.

Estructura de la Tesis

El presente trabajo de diploma ha sido organizado en tres capítulos.

El **Capítulo I**, contendrá todo el fundamento teórico de la investigación. El mismo abarcará los principales conceptos y términos a tratar a lo largo del documento.

El **Capítulo II**, expondrá el procedimiento concebido y fundamentado para determinar los Costos Totales de la Calidad en el proceso de desarrollo de software que se desempeña en el Centro de Telemática de la UCI.

El **Capítulo III**, mostrará la validación y los resultados de la aplicabilidad del procedimiento en uno de los proyectos del Centro de Telemática de la UCI.

Capítulo 1. Fundamentación Teórica.

Este capítulo contendrá todo el fundamento teórico de la investigación. El mismo abarcará los principales conceptos y términos a tratar a lo largo del documento, los cuales estarán avalados por referencias actualizadas. En su desarrollo se conceptualizará de forma lógica lo referente a los Costos Totales de la Calidad enfocado al proceso de desarrollo de software.

1.1 Calidad del software.

Según Pressman la calidad del software es la “Concordancia con los requisitos funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos con los estándares de desarrollo explícitamente documentados y con las características implícitas que se espera de todo software desarrollado profesionalmente” [3].

La calidad del software es medible y varía de un sistema a otro o de un programa a otro. Un software elaborado para el control de naves espaciales debe ser confiable al nivel de "cero fallas"; un software hecho para ejecutarse una sola vez no requiere el mismo nivel de calidad; mientras que un producto de software para ser explotado durante un largo período (10 años o más), necesita ser confiable, mantenible y flexible para disminuir los costos de mantenimiento y perfeccionamiento durante el tiempo de explotación. La calidad del software puede medirse después de elaborado el producto, pero esto puede resultar muy costoso si se detectan problemas derivados de imperfecciones en el diseño, por lo que es imprescindible tener en cuenta tanto la obtención de la calidad como su control durante todas las etapas del ciclo de vida del software [6].

La calidad del producto (sistema construido), está directamente relacionado con la calidad de los procesos usados en su adquisición, desarrollo y mantenimiento [7]. Ver figura 1.



Fig. 1. Modelo de Calidad.

La calidad del software es el conjunto de cualidades que lo caracterizan y que determinan su utilidad y existencia.

1.1.1 ¿Cómo controlar la calidad del software?

Para controlar la calidad del software es necesario, ante todo, definir los parámetros, indicadores o criterios de medición. Las cualidades para medir la calidad del software son definidas por innumerables autores, los cuales las denominan y agrupan de formas diferentes. Por ejemplo, John Wiley define métricas de calidad y criterios, donde cada métrica se obtiene a partir de combinaciones de los diferentes criterios [7]. McCall y Cavano definieron un juego de calidad como los primeros pasos hacia el desarrollo de métricas de calidad del software. Estos factores evalúan el software desde tres puntos de vista distintos [8]:

1. Operación del producto (utilizándolo).
2. Revisión del producto (cambiándolo).
3. Transición del producto (modificándolo para que funcione en un entorno diferente, ejemplo: “portándolo”).

Según Juran [10], la calidad de un producto no es otra cosa que adecuación al uso. Esta adecuación implica:

Calidad de diseño a partir de una investigación de mercado que permita definir las características demandadas.

Calidad de cumplimiento con el espíritu del diseño a partir de disponer del factor humano y tecnológico que el diseño requiera.

Disponibilidad para el uso, esto es ausencia de fallas en el momento en que el cliente necesite utilizarlo.

Capítulo 1. Fundamentación Teórica

Seguridad o ausencia de riesgos para el usuario y **Calidad en la Experiencia de Compra y Servicio**. Desde la visión del Dr. Juran estas "dimensiones de la calidad", son alcanzables aplicando lo que bautizó como la **Trilogía de la Calidad**:

Un adecuado planeamiento de la calidad: Esto implica identificar quiénes son los clientes internos y externos, sus necesidades, poner esas necesidades en el lenguaje de la organización, desarrollar el producto y el proceso de fabricación que permitan determinar los requisitos del cliente. Finalmente, es necesario optimizar ambos aspectos (producto y proceso) de manera que el cliente perciba que sus necesidades se han reflejado en el bien adquirido. En palabras de Joseph Juran: "Es muy tarde esperar hasta que algo ya se haya producido, para ver si es correcto o no. El gran énfasis debe estar en la planificación de manera de que no se haga mal la primera vez" [10].

Un control de la calidad preventivo: Esto implica medir el comportamiento de lo producido para compararlo con lo esperado, de manera que se pueda actuar tempranamente sobre cualquier diferencia que surja, alcanzando así su estabilidad y el poder de ejercer el control sobre el proceso.

Una constante mejora de la calidad: Esto es desarrollar procesos capaces de producir según lo planificado y optimizarlos continuamente, actuando sobre las causas comunes, causas que son en definitiva las que establecen los límites de variación de esos procesos determinando así su capacidad o no de generar características del producto acotadas a lo definido por el grupo de diseño[10].

Todos los autores coinciden en que el software posee determinados índices medibles que son las bases para la calidad, el control y el perfeccionamiento de la productividad.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado queda claro el enorme potencial de mejora que en materia de beneficios y rentabilidad tiene para la empresa mejorar sus niveles de calidad, y llegar a generar productos y servicios que cuenten con la calidad requerida. Es por ello que se dice que cuando se trata de Calidad Total se hace referencia a todos y cada uno de los aspectos de la organización.

1.2 Gestión de la Calidad.

El concepto de calidad ha evolucionado con el tiempo hasta llegar hoy en día a la Gestión de la Calidad Total o Gestión Estratégica de la Calidad, las cuales son las tendencias actuales que consideran a la

Capítulo 1. Fundamentación Teórica

calidad como parte integrante de la estrategia global de la empresa. Si se desea producir una buena calidad para el consumidor, es necesario decidir por adelantado cuál es la calidad de diseño, la calidad de fabricación y la calidad que desea el cliente. Para ello se deben tener en cuenta los cuatro aspectos de la calidad y planificarla siguiendo el ciclo de Deming [11]. Ver Figura 2.



Fig. 2. Ciclo de Deming.

La gestión de la calidad se puede entender como el conjunto de actividades y medios necesarios para definir e implantar un sistema de calidad, por una parte, y responsabilizarse de su control, aseguramiento y mejora continua, por otra. En este sentido, la gestión de la calidad en cualquier organización (y, por supuesto, en las dedicadas al desarrollo y mantenimiento de software) cuenta con dos niveles de trabajo: [12]

El nivel de entidad u organización, donde se trata de crear y gestionar una infraestructura que fomente la calidad de los productos software mediante la adecuación y mejora de las actividades y procesos involucrados en su producción e, incluso, en su comercialización y en la interacción con los clientes.

El nivel de proyecto, donde las guías que la infraestructura organizativa prevé para las distintas actividades de desarrollo y mantenimiento de software deben ser adaptadas a las características concretas del proyecto y de su entorno para ser aplicadas en la práctica [12].

Los procesos de Gestión de la Calidad incluyen todas las actividades de la organización ejecutante que determinan las políticas, los objetivos y las responsabilidades relativas a la calidad de modo que satisfaga las necesidades por las cuales se emprendió. Implementa el sistema de gestión de calidad a través de la política, los procedimientos y los procesos de planificación de calidad, aseguramiento de calidad y control de calidad, con actividades de mejora continua de los procesos que se realizan en la organización, según corresponda. Los procesos de Gestión de la Calidad del Proyecto incluyen lo siguiente [3]:

Capítulo 1. Fundamentación Teórica

Planificación de la Calidad: identificar qué normas de calidad son relevantes para el proyecto y determinar cómo satisfacerlas.

Aseguramiento de la Calidad: aplicar las actividades planificadas y sistemáticas relativas a la calidad, para asegurar que el proyecto utilice todos los procesos necesarios para cumplir con los requisitos.

Control de la Calidad: supervisar los resultados específicos del proyecto, para determinar si cumplen con las normas de calidad relevantes e identificar modos de eliminar las causas de un rendimiento insatisfactorio [3].

Estos procesos interaccionan entre sí y también con el resto de los procesos que se ejecutan en un proyecto.

La Gestión de la Calidad del Proyecto debe abordar tanto la gestión del proyecto como el producto del proyecto. La Gestión de la Calidad del Proyecto es aplicable a todos los proyectos, independientemente de la naturaleza de su producto, las medidas y técnicas de calidad del producto son específicas del tipo de producto en particular producido por el proyecto [14].

La gestión de la calidad moderna complementa la dirección de proyectos ya que ambas disciplinas reconocen la importancia de:

- ✓ **Satisfacción del cliente.** Entender, evaluar, definir y gestionar las expectativas, de modo que se cumplan los requisitos del cliente. Esto requiere una combinación de conformidad con los requisitos (el proyecto debe producir lo que dijo que produciría) y ser adecuado para su uso (el producto o servicio debe satisfacer las necesidades reales).
- ✓ **La prevención sobre la inspección.** El costo de prevenir errores es generalmente mucho menor que el costo de corregirlos cuando son detectados por una inspección.
- ✓ **Responsabilidad de la dirección.** El éxito requiere la participación de todos los miembros del equipo, pero proporcionar los recursos necesarios para lograr dicho éxito sigue siendo responsabilidad de la dirección.

- ✓ **Mejora continua.** El ciclo planificar-hacer-revisar-actuar es la base para la mejora de la calidad [14].

Hoy en día una de las grandes debilidades de muchas empresas al gestionar la calidad es la poca atención al alcance y repercusión que genera el no identificarse con la relevancia del mejoramiento continuo, aspecto que no debe ser descuidado en el presente, especialmente ante la realidad de escenario en donde triunfan las empresas que se han identificado plenamente con la Calidad Total y lo que el mejoramiento continuo ofrece.

El mejoramiento continuo es una filosofía que trasciende a todos los aspectos de la vida, no solo al plano empresarial, ya que de por sí, los hombres tienen una necesidad de evolucionar hacia el auto-perfeccionamiento. Para llevar a cabo este proceso de Mejoramiento Continuo tanto en un departamento determinado como en toda la empresa, se debe tomar en consideración que dicho proceso debe ser: económico, es decir, debe requerir menos esfuerzo que el beneficio que aporta; y acumulativo, que la mejora que se haga permita abrir las posibilidades de sucesivas mejoras a la vez que se garantice el cabal aprovechamiento del nuevo nivel de desempeño logrado [15].

1.2.1 ¿Qué se entiende por Mejoramiento Continuo?

El Mejoramiento Continuo es un proceso que describe muy bien lo que es la esencia de la calidad y refleja lo que las empresas necesitan hacer si quieren ser competitivas a lo largo del tiempo [15]. Ver Figura 3.



Fig. 3. Ciclo de Mejoramiento Continuo.

Con el mejoramiento continuo se logra una mejora de la calidad en los productos, a lo largo del tiempo se han utilizado estándares para asegurar la correcta calidad de los mismos. Los estándares de calidad juegan un papel importante en el desarrollo de métodos de evaluaciones fiables y libres de errores, y como resultados productos de alta calidad. Ver Figura 4.



Fig. 4. Mejora de la Calidad.

Muchos son los modelos, estándares, metodologías y filosofías que existen en la actualidad para la industria del software; con el propósito de garantizar y mejorar la calidad del producto de software y del proceso de desarrollo. En el gran listado se encuentran las normas, estándares o modelos CMMI e ISO/IEC 15504 como guías para las empresas de software que quieran evaluar, mejorar o determinar las capacidades de sus procesos. Por otra parte también se cuenta con la norma ISO/IEC 90003:2006 Ingeniería de Software, Directivas para la aplicación de la ISO 9001:2000 al software de computación como guía a las organizaciones de software [3].

La UCI optó por la selección del estándar CMMI, el mismo constituye un marco de referencia de la capacidad de las organizaciones de desarrollo de software en el desempeño de sus diferentes procesos, proporciona una base para la evaluación de la madurez de las mismas y es una guía para implementar una estrategia para la mejora continua [16].

1.3 Modelo de Madurez de Capacidad Integrada (CMMI).

Como se mencionó antes, en la UCI se está acometiendo un programa de mejora de sus procesos basado en este modelo y con la contratación de los servicios de consultoría del SIE Center (Software Industry Excellence Center) del Tecnológico de Monterrey [9].

El proceso de mejora está encaminado a que la Universidad alcance una certificación internacional del nivel 2 del modelo CMMI.

Con su instauración se espera alcanzar beneficios como:

- ✓ Calendarios y presupuestos predecibles en los proyectos.
- ✓ Mejora del ciclo de vida dentro del desarrollo de software.
- ✓ Mayor productividad.
- ✓ Mayor calidad de los productos y servicios que ofrece la universidad a sus clientes y por ende la satisfacción de los mismos.
- ✓ Mejorar la moral del personal que labora en el centro.

El servicio de consultoría que ofrece el SIE Center permite [9]:

- ✓ Ayudar la UCI a revisar su estrategia de mejora de procesos de software, para asegurar que su organización está basada en procesos y con un programa de mejora continua alineado con sus objetivos de negocio.
- ✓ Ayudar la UCI a establecer las bases y fundamentos para seguir mejorando sus procesos y fortalecer su cultura de calidad en el desarrollo de software
- ✓ Alinear los procesos de desarrollo de software con los principios y requisitos del modelo CMMI, estableciendo planes de mejora con los que la organización oriente sus procesos hacia la consecución de sus metas

Actualmente se encuentran definidos y en pilotos los siete procesos del nivel 2 de CMMI, los cuales se muestran a continuación [5].

- ✓ **Aseguramiento de la Calidad a Procesos y Productos (PPQA):** Proporciona a los equipos de trabajo y a la dirección, visibilidad objetiva de los procesos y de sus productos asociados.
- ✓ **Administración de Requisitos (REQM):** Administra los requerimientos del proyecto e identifica inconsistencias entre dichos requerimientos y los subproductos y planes del proyecto.

Capítulo 1. Fundamentación Teórica

- ✓ **Planeación del Proyecto (PP):** Establece y mantiene planes que definen las actividades del proyecto.
- ✓ **Monitoreo y Control del Proyecto (PMC):** Da a conocer el progreso del proyecto, de manera que se tomen acciones correctivas apropiadas cuando los resultados del proyecto se desvíen significativamente del plan.
- ✓ **Medición y Análisis (MA):** Desarrolla y sostiene una capacidad de medición para apoyar las necesidades de información de la dirección.
- ✓ **Administración de Acuerdos con Proveedores (SAM):** Administra la adquisición de productos de proveedores con los que existe un acuerdo formal.
- ✓ **Administración de la Configuración (CM):** Establece y mantiene la integridad de los productos utilizando la identificación, el control la contabilidad de estado y las auditorías a la configuración [5].

La institucionalización planificada de cada una de sus áreas de procesos permitirá aumentar las producciones y la calidad de las mismas en la universidad; en aras que satisfaga a un mayor número de clientes, no solo enfocando las producciones al desarrollo de software a la medida, sino al desarrollo y obtención de una cantera de productos que satisfagan a una amplia gama de clientes, potenciando así un mercado más sólido. Planificar la calidad, será un factor de importancia para la institucionalización de las mismas [9].

1.4 Planificación de la calidad.

Según Juran [10] “La planificación de la calidad es el proceso de establecer objetivos de calidad de largo alcance y definir un enfoque para satisfacer objetivos.”

Planificación consiste “en desarrollar los productos y procesos necesarios para satisfacer las necesidades de los clientes”.

Esta planificación abarca tres áreas elementales y muy bien identificadas [17]:

1. Identificación del cliente y sus necesidades.
2. Desarrollo de un producto que responda a esas necesidades.
3. Determinación de un proceso capaz de producir ese producto.

Capítulo 1. Fundamentación Teórica

La planificación de la calidad implica identificar qué normas de calidad son relevantes para el proyecto y determinar cómo satisfacerlas. La calidad se planifica, se diseña e incorpora; no se incluye mediante inspección [14].

La planificación de la calidad debe tener en cuenta las concesiones entre costos y beneficios. El principal beneficio de cumplir con los requisitos de calidad, es un menor reproceso, lo cual significa mayor productividad, menores costos y mayor satisfacción de los interesados. Los costos de la calidad son los costos totales incurridos en inversiones para prevenir el incumplimiento de los requisitos, evaluar la conformidad del producto o servicio con los requisitos, y por no cumplir con los mismos (reproceso) [3].

1.5 Costos Totales de la Calidad.

Actualmente, se entienden como Costos Totales de la Calidad aquéllos incurridos en el diseño, implementación, operación y mantenimiento de los sistemas de calidad de una organización, aquéllos costos de la organización comprometidos en los procesos de mejoramiento continuo de la calidad, y los costos de sistemas, productos y servicios frustrados o que han fracasado al no tener en el mercado el éxito que se esperaba [20]. El costo de la calidad tiene dos componentes, lo que invertimos en obtener buena calidad y lo que pagamos por no lograrla. El primer componente es decidido y controlado por la institución; la segunda se manifiesta en las fallas de nuestro producto. Invertimos en tener buena calidad mediante prevención (evitar errores) y evaluación (verificar que no tenemos errores). Por otro lado, las fallas pueden ser de dos tipos: internas (las que encuentran los desarrolladores) y externas (las que encuentran los clientes), al costo resultante de sumar todas las categorías se le conoce como Costos Totales de la Calidad [25]. Ver Figura 5.

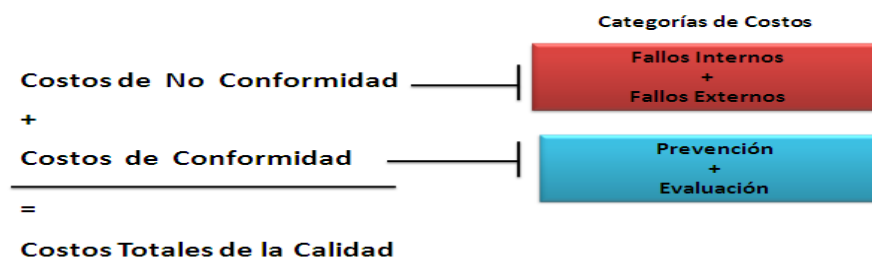


Fig. 5. Costos Totales de la Calidad.

1.5.1 Los Costos Totales de la Calidad y su influencia en la toma de decisiones.

La importancia de los Costos Totales de la Calidad consiste en que indican donde será más provechosa una acción correctiva para una empresa. En este sentido, varios estudios, autores y empresas señalan que los Costos Totales de Calidad representan alrededor del 5 al 25 % sobre las ventas anuales. Estos costos varían según sea el tipo de industria, circunstancias en que se encuentre el negocio o servicio, la visión que tenga la organización acerca de los costos relativos a la calidad, su grado de avance en la calidad total, así como las experiencias en mejoramiento de procesos. Alrededor del 95% de los costos de la calidad se desembolsan para cuantificar la calidad así como para estimar el costo de las fallas [18].

Estos gastos se suman al valor de los productos o servicios que paga el consumidor, y aunque este último sólo los percibe en el precio, llegan a ser importantes para él, cuando a partir de la información que se obtiene, se corrigen las fallas o se disminuyen los incumplimientos, y a consecuencia de estos ahorros se disminuyen los precios. Por el contrario cuando no hay quien se preocupe por los costos, simplemente repercuten en el siguiente eslabón de la cadena de suministros, hasta que surge un competidor que ofrece costos inferiores.

1.5.2 Tipos de costos de calidad más usuales.

Como ya se menciona antes, los costos de la calidad se dividen en cuatro categorías según la naturaleza de los mismos. En la figura que se muestra a continuación se describen varios tipos de costos dentro de cada una de las categorías anteriormente explicadas.

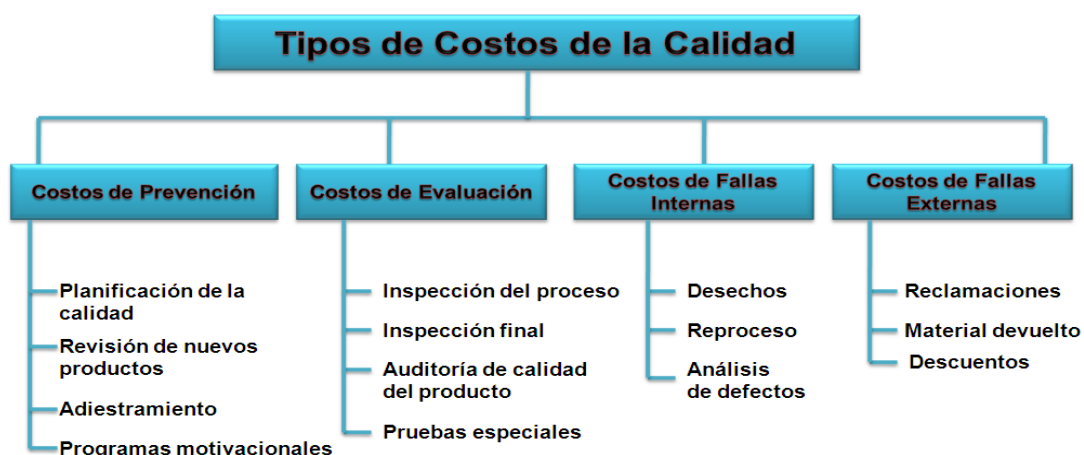


Fig. 6. Tipos de Costos de la Calidad.

Conclusiones del Capítulo

1. La gestión de la calidad comprende un conjunto de actividades y medios necesarios para definir e implantar un sistema de gestión de la calidad, siendo el responsable de su control, aseguramiento y mejoramiento continuo.
2. El mejoramiento continuo es la base para preservar la esencia de la gestión de la calidad en una organización, asegurándole al cliente conformidad con los requisitos establecidos.
3. La institucionalización planificada de cada una de las áreas de procesos del modelo CMMI permitirá aumentar la calidad de las producciones en la UCI.
4. Los Costos Totales de la Calidad indican dónde será más provechosa una acción correctiva para una empresa, además de permitir tomar decisiones a cualquier nivel con un mayor grado de certeza.
5. Con la categorización correcta de las actividades diseñadas para evitar problemas de calidad, y los costos en que se incurre para evaluar el grado de calidad de un producto, se logran disminuir en gran medida los costos por fallas, ya sean internas o externas.

Capítulo 2: Propuesta de procedimiento para determinar los Costos Totales de la Calidad en los proyectos de software del Centro de Telemática de la UCI.

El cálculo de los Costos Totales de la Calidad representa una herramienta para los proyectos, con el propósito fundamental de mejorar la gestión de la calidad y por consiguiente reducir los costos de la calidad en los proyectos, con el cálculo de los mismos se contribuye a la toma de decisiones acertadas. El presente capítulo mostrará una propuesta de procedimiento para determinar los Costos Totales de la Calidad expresados en horas en el CT de la UCI, con el objetivo de mejorar la gestión de la calidad de los proyectos que se ejecutan en el mismo.

2.1 Centro de Telemática de la UCI.

Con el cálculo de los Costos Totales de la Calidad, El Centro de Telemática de la UCI logrará una mejora en la gestión de la calidad y con la misma una optimización de los costos en los que incurren sus proyectos. El CT tiene como misión ser un centro de desarrollo de sistemas y servicios informáticos en las ramas de las Telecomunicaciones y la Seguridad Informática [19].

A su vez tiene como visión ser:

- ✓ Centro de referencia nacional y latinoamericano que integra la producción e investigación en el desarrollo de sus productos y servicios.
- ✓ Desarrolla proyectos de Investigación más desarrollo (I+D) con entidades y organismos nacionales e internacionales.
- ✓ Desarrolla programas de maestrías y doctorados en el campo de las Telecomunicaciones y la Seguridad informáticas.
- ✓ Se asocia a empresas líderes en las Telecomunicaciones y la Seguridad Informática y amplía sus mercados.
- ✓ Desarrolla servicios y/o productos horizontales para otros centros de desarrollo.
- ✓ Desarrolla productos y servicios que posibilitan un ingreso importante a la economía nacional.
- ✓ Cuenta con todos sus procesos debidamente definidos e implementados.

El Centro de Telemática de la UCI cuenta con diez proyectos y se divide en dos departamentos, según se muestra en el organigrama. **(Anexo 1):**

Capítulo 2: Propuesta de Procedimiento

1. **Departamento de Telecomunicaciones**, el cual tiene como cliente a la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba SA (ETECSA) y la empresa española Teltronic, cuenta con los siguientes proyectos:
 - Call Center
 - SGIC – PABX (Sistema de Gestión Integral de Costo para PABX)
 - Cubasel
 - SER - WAP (Servidor de Aplicaciones WAP)
 - Montetra
 - TIP(Tele Identificador Personal)
2. **Departamento de Seguridad Informática** el cual tiene como clientes a ETECSA, MININT, y la Contraloría General de la República, cuenta con los siguientes proyectos:
 - SIAI (Sistema Integral de Análisis e Información)
 - Audis BD (Auditoría de BD)
 - Servicios Telemáticos
 - ICON (Informatización de la Contraloría General de la República)

El Procedimiento para determinar los Costos Totales de la Calidad se aplicará una vez validado mediante método de expertos, en uno de los proyectos del centro, con el fin de mejorar la gestión de la calidad del mismo y así tributar al logro de la visión, al pretender ser un centro de referencia nacional y latinoamericano capaz de poder desarrollar productos y servicios con la calidad requerida que posibiliten un ingreso importante a la economía nacional; facilitando la inserción en nuevos mercados.

2.2 Propuesta de procedimiento para determinar los Costos Totales de la Calidad en los proyectos de software.

Cada procedimiento para determinar costos de la calidad va a ser específico de la organización que lo implante adecuándose a sus necesidades. Al concebirse un Sistema de Gestión de de la Calidad, el mismo debe incluir la planificación, el análisis y el cálculo de los costos de la calidad en aras de tributar a la mejora continua de la organización.

Con el propósito de conocer como tratan diferentes empresas los Costos Totales de la Calidad se realizó un estudio de metodologías o procedimientos existentes en varios sectores de la economía, tomando de cada uno los puntos comunes que pudieran facilitar la elaboración del procedimiento que se propone. A

Capítulo 2: Propuesta de Procedimiento

partir de la información obtenida se presenta un procedimiento adecuado al proceso de desarrollo de software aplicable a los proyectos productivos que se ejecutan en el Centro de Telemática de la UCI. En la tabla que aparece a continuación se muestra con un Si, la aparición de este parámetro en el procedimiento analizado y con un No, la ausencia del mismo.

Metodologías o Procedimientos Consultados.	Institución que lo Aplica.	Parámetros				Principales aportes de los procedimientos o metodologías consultado.
		Identificación y clasificación de los costos de la calidad.	Métrica para el cálculo de los costos de la calidad.	Reporte de Problemas Encontrados.	Presentación de los resultados a la alta gerencia.	
Metodología para el cálculo de los costos de calidad en la Empresa de Productos Biológicos "Carlos J. Finlay" [21].	Empresa de Productos Biológicos "Carlos J. Finlay".	Si	Si	No	No	1. Método para clasificar las actividades en las que incurre la organización, con respecto a los costos de la calidad.
Procedimiento para el cálculo de los costos de calidad en los servicios [20].	Empresa de servicio.	Si	Si	No	Si	1. Método para clasificar las actividades en las que incurre la organización, con respecto a los costos de la

Capítulo 2: Propuesta de Procedimiento

						<p>calidad.</p> <p>2. Método para formular las métricas del cálculo de los costos de la calidad.</p>
<p>Ejemplo de Aplicación de Costo de Calidad en "DURALMET" [22].</p>	<p>Empresa de Producciones Metálicas, Israel Santos.</p>	Si	Si	No	Si	<p>1. Presentación los resultados a la gerencia.</p> <p>2. Definición de un grupo de actividades clasificadas en las categorías de costos de la calidad.</p>
<p>Sistema de costo de calidad para instalaciones turísticas [23].</p>	<p>Instalaciones turísticas.</p>	Si	No	No	Si	<p>1. Método para clasificar las actividades en las que incurre la organización, con respecto a los costos de la calidad.</p>

Capítulo 2: Propuesta de Procedimiento

Metodología para la implementación de un sistema de gestión de los costos de calidad en la industria del tabaco torcido [24].	Industria del tabaco torcido.	Si	Si	No	Si	1. Método para formular las métricas del cálculo de los costos de la calidad. 2. Clasificación de las actividades en las que incurre la organización, con respecto a los costos de la calidad.
Una experiencia de medición de los costos relativos a la calidad en la producción de software [13].	Universidad ORT de Uruguay.	Si	No	No	Si	1. Interpretación de los resultados obtenidos.

Tabla # 1. Procedimientos o Metodologías consultados.

Con la información que se brinda se propone un procedimiento adecuado al proceso de desarrollo de software teniendo en cuenta el análisis de los principales aportes brindados por los procedimientos o metodologías consultados en la tabla anterior, de esta manera se propone, la etapa 1, **Diagnóstico de la situación actual del proyecto**, este parámetro no aparece en la tabla anterior pero si se considera como etapa del la propuesta ya que es de gran importancia conocer el estado actual del proyecto en aras de lograr una mejor gestión de la calidad. La etapa 2, **Identificación y clasificación de los Costos Totales de la Calidad**, la etapa 3, **Análisis y cálculo de los Costos Totales de la Calidad** y la etapa 5, **Presentación de los resultados de los Costos Totales de la Calidad a la dirección del proyecto** si están sustentadas en la información sintetizada en la tabla # 1. La etapa 4, **Reporte de mejoramiento** aparece también como parámetro, pero los procedimientos o metodologías consultados no lo realizan, aún

Capítulo 2: Propuesta de Procedimiento

así se considera como una etapa de la propuesta ya que el analizar los valores de costos obtenidos una vez calculados, teniendo en cuenta las condiciones del proyecto, facilitará identificar las actividades que inciden en el proyecto en aras de efectuar acciones correctivas.

Con la información analizada anteriormente se propone la representación gráfica de dicho procedimiento. Ver Figura 7.

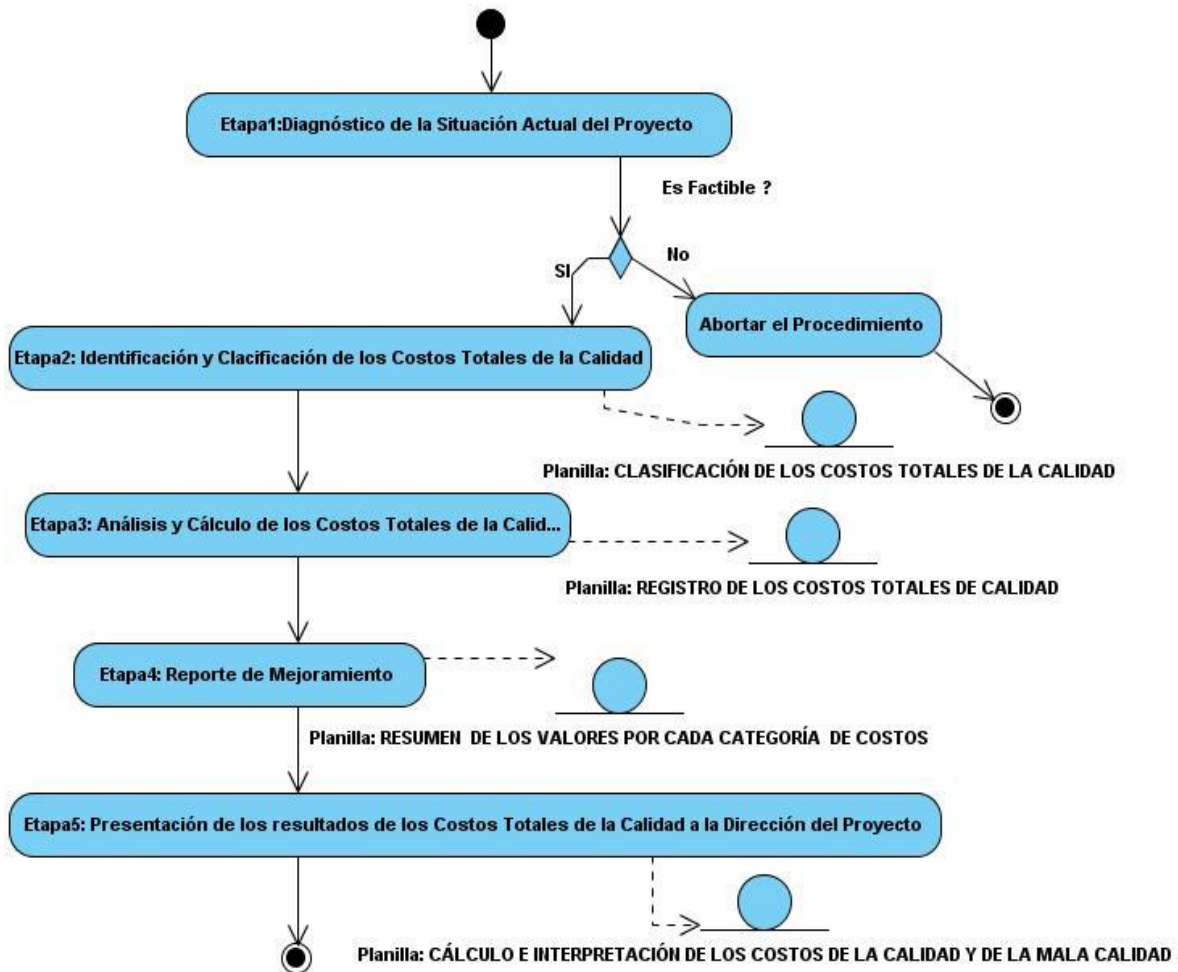


Fig. 7 Etapas del procedimiento.

Etapa 1. Diagnóstico de la situación actual del proyecto.

En esta etapa del procedimiento se hará un estudio de la documentación existente en el proyecto (procedimientos, metodologías etc.), se analizará de qué manera se tratan los Costos Totales de la

Capítulo 2: Propuesta de Procedimiento

Calidad en los mismos. Los principales responsables de esta etapa son el líder de proyecto en conjunto con el asegurador de la calidad. Se muestra a continuación la representación gráfica de la etapa.

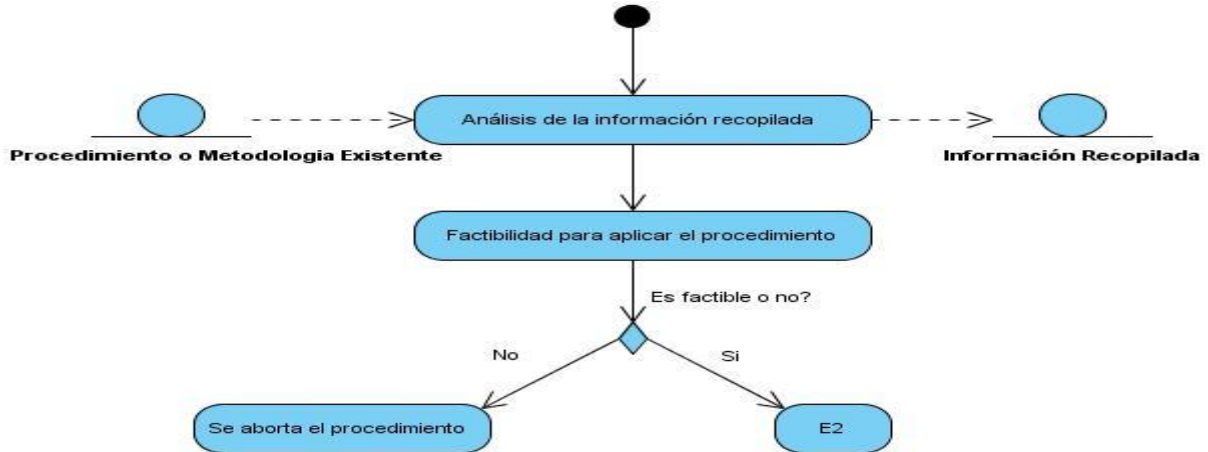


Fig. 8. Flujo de Actividades Etapa 1.

Actividades:

1. **Análisis de la información recopilada a través de un procedimiento anterior en caso de existir.**

Antes de diseñar un procedimiento para determinar Costos Totales de la Calidad, es necesario analizar las características de la organización donde se aplicará dicho procedimiento, qué datos sobre costos de la calidad puede aportar el sistema de costos ya existente, ya sea de forma positiva o negativa.

2. **Factibilidad para aplicar el procedimiento.**

Para aplicar la propuesta, el proyecto debe cumplir los requisitos básicos establecidos los cuales se muestran a continuación:

- ✓ Cliente bien definido con la base de un contrato.
- ✓ Contrato registrado con las reglas establecidas.
- ✓ Equipo de desarrollo.
- ✓ Infraestructura tecnológica.
- ✓ Expediente del proyecto.
- ✓ Cronograma de actividades bien definido.

Si el proyecto no cuenta con estos requisitos no es factible aplicar el procedimiento ya que no se llegarían a resultados reales de la gestión de la calidad en el mismo.

Etapa 2. Identificación y clasificación de los Costos Totales de la Calidad.

Capítulo 2: Propuesta de Procedimiento

En esta etapa se hará una clasificación de los Costos Totales de la Calidad en los que incurre el proyecto. Se identificarán a partir de las actividades que realiza el proyecto la categoría de costo a la que pertenece, agrupando las actividades según la clasificación. Esta información se recogerá en una planilla con el propósito de organizar la información. **(Anexo 2)**. El principal responsable de esta etapa es el asegurador de la calidad del proyecto. Se muestra a continuación la representación gráfica de la etapa.

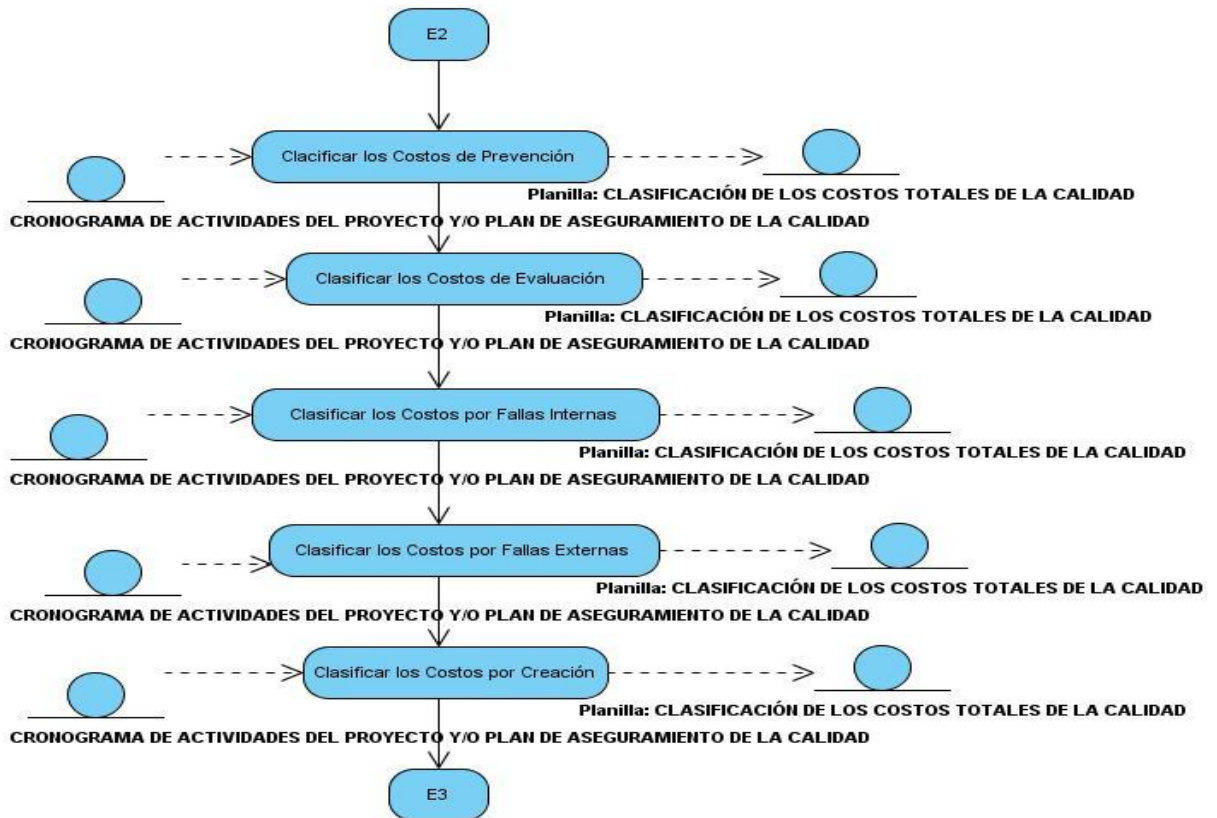


Fig. 9. Flujo de Actividades Etapa 2.

Actividades:

1. Clasificar los costos por prevención.

Estos son los costos de las actividades dedicadas a la prevención de defectos que ocurren durante el desarrollo y producción del software. Usualmente representan los costos previos, que deberían minimizar el costo global, por la realización de cada tarea adecuada y con éxito, desde el primer intento. Los especialistas de calidad existentes en el proyecto deben identificar cuáles deberían ser las actividades a desarrollarse en el proceso que evitarían las posibles fallas de inconformidad con los requerimientos.

Capítulo 2: Propuesta de Procedimiento

Dentro de los costos por prevención van a estar los costos incurridos en:

- Revisiones y documentación sobre productos existentes semejantes al que se pretende hacer.
- Planeación de la calidad.
 - Por ejemplo:
 - Definición y establecimiento de políticas y objetivos de la calidad.
 - Planificación de actividades de aseguramiento de la calidad (revisiones, auditorías, pruebas)
 - Requisitos de la calidad relacionados con el producto.
 - Actividades de seguimiento y de medición.
- Actividades relacionadas con el mejoramiento de la calidad.
 - Por ejemplo:
 - Ejecución de las acciones correctivas (AC) para eliminar la causa de no conformidades encontradas. Incluye el análisis de las causas de las NC, la evaluación de la necesidad de adoptar acciones para asegurar que las NC no se vuelvan a repetir así como el registro y evaluación de las AC tomadas.
 - Ejecución de acciones encaminadas a eliminar las causas de las NC potenciales para prevenir su ocurrencia a los efectos de los problemas potenciales. Incluye la evaluación de la necesidad de las acciones preventivas tomadas ante la ocurrencia de NC, su implantación, registro y revisión.
- Adiestramiento y capacitación del personal del proyecto.
- Costos de las medidas y programas de seguridad para el proyecto.
- Mantenimiento preventivo de los equipos de procesos. Esto incluye el costo asociado con los ajustes y reparaciones necesarias.
- Gestión de riesgos.

2. Clasificar los costos por evaluación.

Aquí se deben identificar los distintos esfuerzos que se deben realizar para evitar que el producto sea realizado sin cumplir los requisitos de los clientes. Los costos de evaluación son los costos de las inspecciones o auditorías para evaluar si la calidad especificada es lograda y mantenida. Se incurre en estos costos al realizar: inspecciones, pruebas y otras evaluaciones planeadas que se usan para determinar si los productos cumplen con los requisitos establecidos.

Capítulo 2: Propuesta de Procedimiento

Dentro de los costos por evaluación van a estar los costos incurridos en:

- Auditoria de calidad del producto.
- Revisiones de la documentación.
- Pruebas realizadas al producto.
- Verificación del nivel por cada empleado.
- Refinamiento de los requisitos del producto.
- Inspección final del producto.

3. Clasificar los costos por fallas internas.

Los especialistas de calidad existentes en el proyecto deben identificar los tipos de fallas internas que se podrían encontrar en el control de las distintas actividades del proceso. Las fallas internas son los costos resultantes de ineficiencias en el desarrollo del producto o de un producto que no logra cumplir con los requisitos de calidad, previo a su entrega al cliente.

Dentro de los costos por fallas internas van a estar los costos incurridos en:

- Maquinaria mal mantenida.
- Insuficiente capacitación.
- Descuidos en la seguridad.
- Reproceso.
- Ausentismo.
- Errores de diseño.
- Errores de impresión.
- Errores de procesamiento de datos.
- Aviso de cambios de ingeniería.

4. Clasificar los costos por fallas externas.

Los costos por fallas externas son los costos resultantes de un producto o servicio que no logra cumplir con los requisitos de calidad, luego de ser adquirido por el cliente.

Dentro de los costos por fallas externas van a estar los costos incurridos en:

- Reclamaciones del cliente.
- Material devuelto.
- Descuentos.

- Demandas por incumplimientos.
- Garantías.

5. Clasificar los costos por creación.

Como ya se ha explicado antes los Costos de la Calidad se dividen en 4 categorías, fuera de ellas existen otras actividades que se realizan en los proyectos, como son las actividades administrativas que no aportan valor a la calidad del mismo, existen además las actividades de creación la cuales son aquellas que aportan valor al producto [25].

Dentro de los costos por creación van a estar los costos incurridos en:

- Entrevistas con el cliente que aporten valor al producto.
- Levantamiento de requisitos.
- Actividades de implementación.

Etapa 3. Cálculo y Análisis de los Costos Totales de la Calidad.

En esta etapa se procede al cálculo de los Costos Totales de la Calidad. Si se determinan los costos de la calidad, puede trazarse una estrategia para reducirlos. El cálculo de los Costos Totales de la Calidad lo realizará el asegurador de la calidad de cada proyecto, es recomendable realizarlo en cada etapa del mismo, los resultados se mostrarán en un registro que contendrá la información organizada con los Costos Totales de la Calidad (**Anexo 3**). Luego que se tienen los Costos Totales por categorías se calcula el costo absoluto de la calidad que no es más que la sumatoria de los costos de las actividades de la calidad y se calcula además el costo relativo de la calidad que no es más que el porcentaje que representa esta calidad absoluta del total de horas dedicadas a la calidad, más las horas dedicadas a la creación y es aquí donde entran los costos por creación, además de utilizarse para calcular el valor de la mala calidad que es el porcentaje que representa el esfuerzo de la mala calidad del total de horas dedicadas al esfuerzo de la calidad más los costos de creación.

Para esta etapa se utilizan métricas basadas en el "Procedimiento para el cálculo de los costos de calidad" [20], adecuadas al proceso de desarrollo de software, las métricas utilizadas consisten en la sumatoria de un grupo de sub-actividades para llegar al tiempo total de la actividad principal. Una métrica es una forma de medir, una escala, definida para realizar mediciones de uno o varios atributos [29]. Los responsables de esta etapa son el líder y el asegurador de la calidad del proyecto. Se muestra a continuación la representación gráfica de la etapa.

Capítulo 2: Propuesta de Procedimiento

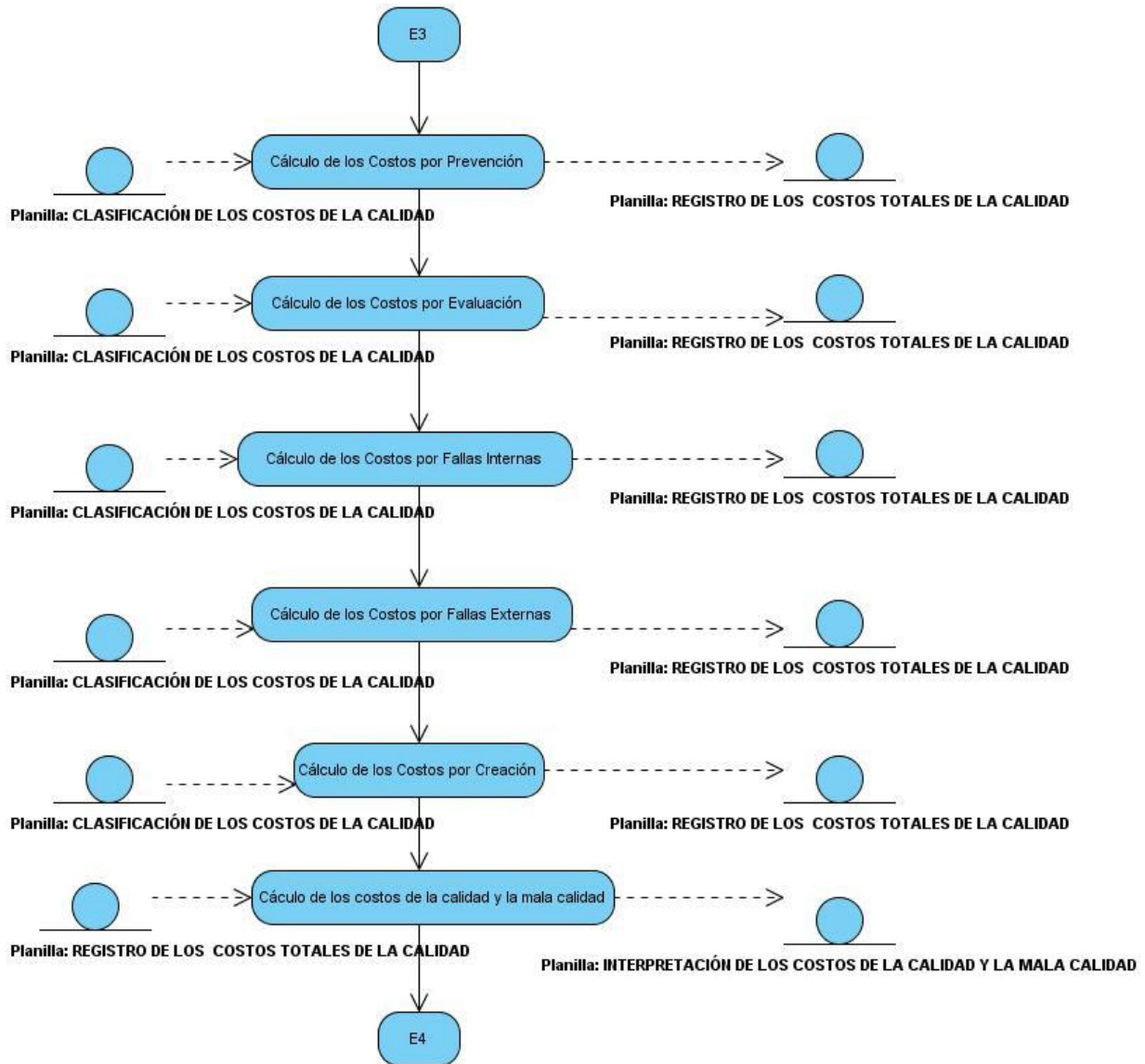


Fig. 10. Flujo de Actividades Etapa 3.

A continuación se definen las expresiones para el cálculo por cada categoría de costos.

Actividades

1. Determinar los costos por prevención.

Capítulo 2: Propuesta de Procedimiento

- **Revisiones y documentación sobre productos existentes semejantes al que se pretende hacer:**
Tiempo en realizar búsquedas con el propósito de documentarse respecto a lo que se pretende hacer, con el objetivo de ir conformando una mejor visión del producto a desarrollar.

Donde:

TTRD: Tiempo total por revisiones y documentación.

TRDPP: Tiempo en revisiones y documentación por persona.

(i): persona, **(n):** cantidad de personas.

$$TTRD = \sum_{i=1}^n TRDPP$$

- **Planeación de la calidad:** Tiempo empleado a planificar la calidad, comprende todas las actividades realizadas en el proyecto para planificar la misma.

Donde:

TTPPC: Tiempo total por planeación de la calidad.

HDPPC: Horas dedicadas por el personal para planificar la calidad.

(i): persona, **(n):** cantidad de personas.

$$TTPPC = \sum_{i=1}^n HDPPC$$

Actividades relacionadas con el mejoramiento de la calidad: Tiempo de todas las actividades relacionadas con el mejoramiento de la calidad que el proyecto estime conveniente hacer.

Donde:

TTMC: Tiempo total por mejoramiento de la calidad.

TPPMC: Tiempo dedicado por persona al mejoramiento de la calidad.

(i): persona, **(n):** cantidad de personas.

$$TTMC = \sum_{i=1}^n TPPMC$$

Adiestramiento y capacitación del personal del proyecto: Tiempo invertido por el personal del proyecto en capacitar sus trabajadores para un mejor desempeño de sus responsabilidades.

Donde:

TTAC: Tiempo total por adiestramiento y capacitación.

Capítulo 2: Propuesta de Procedimiento

PMC: Personal matriculado en curso.

CHC: Cantidad de horas del curso.

TEPC: Tiempo en elaboración de un plan de proyecto.

TAH: Tiempo en adiestramiento de las herramientas.

En esta métrica la sumatoria solo se aplica a los términos **PMC** y **CHC**. Los valores de **TAH** y **TEPC** son únicos.

(i): curso, **(n):** cantidad de cursos.

$$TTAC = \sum_{i=1}^n (PMC * CHC) + TEPC + TAH$$

- **Costos de las medidas y programas de seguridad para el proyecto:** Tiempo invertido en medidas y programas de seguridad para lograr que el proyecto esté protegido, ya sea la seguridad del local, como la seguridad de la información existente en el mismo.

Donde:

TTMPS: Tiempo total por planificación de medidas y programas de seguridad.

TPP: Tiempo en planificar las medidas por persona.

(i): persona, **(n):** cantidad de personas.

$$TTMPS = \sum_{i=1}^n TPP$$

- **Mantenimiento preventivo de los equipos de procesos:** Tiempo empleado en mantener las máquinas en perfecto estado, así como también el tiempo invertido cuando alguna deja de funcionar.

Donde:

TTMP: Tiempo total por mantenimiento preventivo.

TRPE: Tiempo en reparaciones por equipo.

(i): equipos, **(n):** cantidad de equipos.

$$TTMP = \sum_{i=1}^n TRPE$$

- **Gestión de riesgos:** Tiempo invertido por el proyecto en identificar y clasificar los riesgos.

Donde:

Capítulo 2: Propuesta de Procedimiento

TTGR: Tiempo total por gestión de riesgos.

TAGR: Tiempo en actividades para la gestión de riesgos.

(i): actividad, **(n):** cantidad de actividades.

$$TTGR = \sum_{i=1}^n TAGR$$

2. Determinar los costos por evaluación.

- **Auditoría de calidad del producto:** Tiempo invertido en realizar auditorías de calidad al producto.

Donde:

TTAC: Tiempo total por auditorías de calidad.

TA: Tiempo de la auditoría.

(i): Auditoría, **(n):** cantidad de auditorías.

$$TTAC = \sum_{i=1}^n TA$$

- **Revisiones de la documentación:** Tiempo invertido en revisiones a documentos que tienen que ver con el tema que se trata en el proyecto.

Donde:

TTR: Tiempo total de revisiones.

TRD: Tiempo en revisiones y documentación.

(i): revisiones, **(n):** cantidad de revisiones.

$$TTR = \sum_{i=1}^n TRD$$

- **Pruebas realizadas al producto:** Tiempo incurrido en realizar pruebas al producto en cada fase de su desarrollo.

Donde:

TTP: Tiempo total por prueba.

TP: Tiempo en planificación de prueba.

TAP: Tiempo en aplicación de prueba.

TVRP: Tiempo en verificar resultado de la prueba.

Capítulo 2: Propuesta de Procedimiento

El **TVRP** puede incluirse en el **TAP** en dependencia del responsable de realizar la prueba; en este caso el término **TAP** se hace 0 en la métrica.

(i): prueba, (n): cantidad de pruebas.

$$TTP = \sum_{i=1}^n TP + \sum_{i=1}^n TAP + \sum_{i=1}^n TVRP$$

- **Verificación del nivel por cada empleado:** Tiempo incurrido en verificar el nivel de cada empleado, se realizaría esta actividad de ser necesaria por incumplimientos de los mismos en sus tareas.

Donde:

TTNE: Tiempo total de nivelación del empleado.

TRPE: Tiempo en realizar pruebas al empleado.

(i): pruebas a empleados, (n): cantidad de pruebas a empleados.

$$TTNE = \sum_{i=1}^n TRPE$$

- **Inspección final del producto:** Tiempo invertido en una inspección final del producto ya sea al final de una fase o al terminar el producto completo.

Donde:

TTIF: Tiempo total de la inspección final.

TRIG: Tiempo en realizar la inspección general.

(i): tiempo que demora una persona, (n): cantidad de personas que realizan esta operación.

$$TTIF = \sum_{i=1}^n TRIG$$

- **Tiempo en refinamientos:** Tiempo invertido en realizar refinamientos.

Donde:

TTR: Tiempo total de refinamiento.

TR: Tiempo en refinamientos.

(i): refinamiento, (n): cantidad de refinamientos.

$$TTR = \sum_{i=1}^n TR$$

3. Determinar los costos por Fallas Internas.

- **Maquinaria mal mantenida:** Tiempo invertido en reparar maquinas que dejen de funcionar en el periodo del proyecto.

Donde:

TTRM: Tiempo total en reparaciones de maquinaria.

TRM: Tiempo en reparaciones de maquinarias.

(i): máquinas, **(n):** cantidad de máquinas.

$$TTRM = \sum_{i=1}^n TRM$$

- **Insuficiente capacitación:** Tiempo invertido en volver capacitar un personal que ya fue capacitado, o que no se le capacito de la manera debida.

Donde:

TTIC: Tiempo total por insuficiente capacitación.

TCC: Tiempo del curso de capacitación.

MC: Matricula del curso.

(i): curso, **(n):** cantidad de cursos.

$$TTIC = \sum_{i=1}^n (TCC * MC)$$

- **Descuidos en la seguridad:** Tiempo invertido por descuidos de seguridad ya sea del local o de los equipos de desarrollo.

Donde:

TTDS: Tiempo total por descuido de seguridad.

TGS: Tiempo en garantizar la seguridad.

(i): actividad, **(n):** cantidad de actividades.

$$TTDS = \sum_{i=1}^n TGS$$

- **Reproceso:** Tiempo invertido en realizar nuevamente un proceso que ya se realizó pero no tuvo la calidad requerida.

Donde:

Capítulo 2: Propuesta de Procedimiento

TTPR: Tiempo total por presencia de reproceso

TER: Tiempo en eliminar reproceso.

(i): reproceso, **(n):** cantidad de reproceso.

$$TTPR = \sum_{i=1}^n TER$$

- **Ausentismo:** Tiempo invertido en analizar ausencias así como corregir las mismas.

Donde:

TTPA: Tiempo total por ausencias.

TCA: Tiempo en corregir la ausencia.

(i): persona, **(n):** cantidad de personas.

$$TTPA = \sum_{i=1}^n TCA$$

- **Errores de diseño, impresión y procesamiento de datos:** Tiempo invertido en corregir errores de diseño, impresión y procesamiento de datos que puedan presentarse en el transcurso del proyecto.

Donde:

TTEDIPD: Tiempo total por errores de diseño, impresión y procesamiento de datos.

TCED: Tiempo en corregir errores de diseño.

TCEI: Tiempo en corregir errores de impresión.

TCEPD: Tiempo en corregir errores de procesamiento de datos.

(i): error, **(n):** cantidad de errores.

$$TTEDIPD = \sum_{i=1}^n TCED + \sum_{i=1}^n TCEI + \sum_{i=1}^n TCEPD$$

- **Aviso de cambios de ingeniería:** Tiempo invertido al producirse algún cambio de ingeniería que no estaba previsto.

Donde:

TTCI: Tiempo total por cambio de ingeniería.

TCI: Tiempo en cambio de ingeniería.

(i): cambio de ingeniería, **(n):** cantidad de cambios de ingeniería.

$$TTCI = \sum_{i=1}^n TCI$$

4. Determinar los costos por Fallas Externas.

- **Reclamaciones del cliente:** Tiempo en reclamaciones que pueda hacer el cliente al no estar satisfecho con lo que se está haciendo o con el producto terminado.

Donde:

TTRC: Tiempo total por reclamaciones del cliente.

TAR: Tiempo en atender la reclamación.

(i): reclamación, **(n):** cantidad de reclamaciones.

$$TTRC = \sum_{i=1}^n TAR$$

- **Material devuelto:** Tiempo invertido en devoluciones de procesos por insatisfacciones.

Donde:

TTCMD: Tiempo total en corregir el material devuelto.

TCMD: Tiempo en corregir el material devuelto.

(i): corrección al material devuelto, **(n):** cantidad de correcciones al material devuelto.

$$TTCMD = \sum_{i=1}^n TCMD$$

- **Descuentos:** Tiempo por descuentos hechos por insatisfacciones.

Donde:

TTD: Tiempo total por descuento.

TRD: Tiempo en realizar descuento.

(i): descuento, **(n):** cantidad de descuentos.

$$TTD = \sum_{i=1}^n TRD$$

- **Demandas por incumplimientos:** Tiempo invertido en demandas del cliente por insatisfacciones.

Donde:

TTDI: Tiempo total de demandas por incumplimiento.

TADI: Tiempo en atender demandas por incumplimiento.

(i): demandas, (n): cantidad de demandas.

$$TTDI = \sum_{i=1}^n TADI$$

▪ **Garantías:** Tiempo invertido en garantías.

Donde:

TTG: Tiempo total por garantías.

TPG: Tiempo por garantías.

(i): garantía, (n): cantidad de garantías.

$$TTG = \sum_{i=1}^n TPG$$

5. Determinar los costos por Creación.

▪ **Entrevistas:** Tiempo invertido por entrevistas.

Donde:

TTE: Tiempo total por entrevistas.

TE: Tiempo por entrevistas.

(i): entrevistas, (n): cantidad de entrevistas.

$$TTE = \sum_{i=1}^n TE$$

▪ **Levantamiento de requisitos:** Tiempo invertido por levantamiento de requisitos.

Donde:

TTLR: Tiempo total por levantamiento de requisitos.

TLR: Tiempo levantamiento de requisitos.

(i): requisito, (n): cantidad de requisitos.

$$TTLR = \sum_{i=1}^n TLR$$

▪ **Actividades de implementación:** Tiempo invertido por implementación.

Donde:

TTI: Tiempo total por implementación.

Capítulo 2: Propuesta de Procedimiento

TI: Tiempo por implementación.

(i): actividad de implementación, **(n):** cantidad de actividades de implementación.

$$TTI = \sum_{i=1}^n TI$$

6. Cálculo de los Costos de Calidad y de la Mala Calidad.

Con las actividades por cada categoría de costos, se procede a realizar los cálculos de los costos de la calidad y los de la mala calidad. Dentro de los cálculos de la calidad se determinará el esfuerzo absoluto de la calidad y el esfuerzo relativo de la calidad, además de los costos de la mala calidad, para ello se tienen las siguientes métricas obtenidas en [25]. Estos datos se recogen en la planilla Interpretación de los Costos de la Calidad y la Mala Calidad.

Donde:

P: Prevención, **E:** Evaluación, **Fi:** Fallas internas, **Fe:** Fallas externas, **C:** Creación.

Esfuerzo de Calidad (EoQ)

$$EoQ = (P+E+ Fi+ Fe)$$

Costo de Calidad (CoQ)

$$CoQ = (P+ E+ Fi+ Fe) / (P+ E+ Fi+ Fe+ C)$$

Esfuerzo de Mala Calidad (EoPQ)

$$EoPQ = Fi+ Fe$$

Costo de Mala Calidad (CoPQ)

$$CoPQ = (Fi+ Fe) / (P+ E+ Fi+ Fe+ C)$$

Etapa 4. Reporte de mejoramiento.

El objetivo fundamental de conocer los Costos Totales de la Calidad es llevar a cabo proyectos de mejoramiento, para que tenga un fuerte impacto y se puedan reducir sustancialmente los costos .Este tipo de análisis va a permitir seleccionar los principales problemas sobre los que se debe actuar, si además se tiene en cuenta que se identifican las categorías de costos sobre las cuales se debe centrar la toma de

Capítulo 2: Propuesta de Procedimiento

decisiones. Los principales responsables de esta etapa son el líder del proyecto y el asegurador de la calidad. Se muestra a continuación la representación gráfica de la etapa.



Fig. 11. Flujo de Actividades Etapa 4.

Actividades:

1. Concebir reporte.

Concebir reporte que muestre un resumen de los valores por cada categoría de costos en el proyecto al hacer un análisis del valor de los costos, esta información se obtendrá del registro de Costos Totales de la Calidad, para de esta manera saber donde son más importantes las acciones correctivas, teniendo en cuenta las características y particularidades del proyecto. El reporte será una planilla que mostrará un resumen de los valores por cada categoría de costos en el proyecto. **(Anexo 4).**

Etapa 5: Presentación de los resultados de los Costos Totales de la Calidad a la dirección del proyecto.

En un sistema de Costos Totales de la Calidad es muy importante que la información quede estructurada y representada de manera tal que facilite la interpretación, para ello la información obtenida se interpretará de la siguiente manera:

Interpretación del CoQ.

- Si el valor de CoQ es $\geq 50\%$, los Costos de la Calidad se consideran No Adecuado.
- Si el valor de $25\% \leq \text{CoQ} < 50\%$, los Costos de la Calidad se consideran Adecuado.
- Si $\text{CoQ} < 25\%$ los Costos de la Calidad se consideran Bastante Adecuado.

Interpretación del CoPQ.

- Si el $\text{CoPQ} \leq 5\%$, los Costos de la Mala Calidad se consideran Adecuado.
- Si el $\text{CoPQ} > 5\%$, los Costos de la Mala Calidad se consideran No Adecuado.

Capítulo 2: Propuesta de Procedimiento

Los valores de esta interpretación se obtienen de [25], las cuales están basadas en los niveles de CMMI. El principal responsable de esta etapa es el asegurador de la calidad del proyecto. Se muestra a continuación la representación gráfica de la etapa.

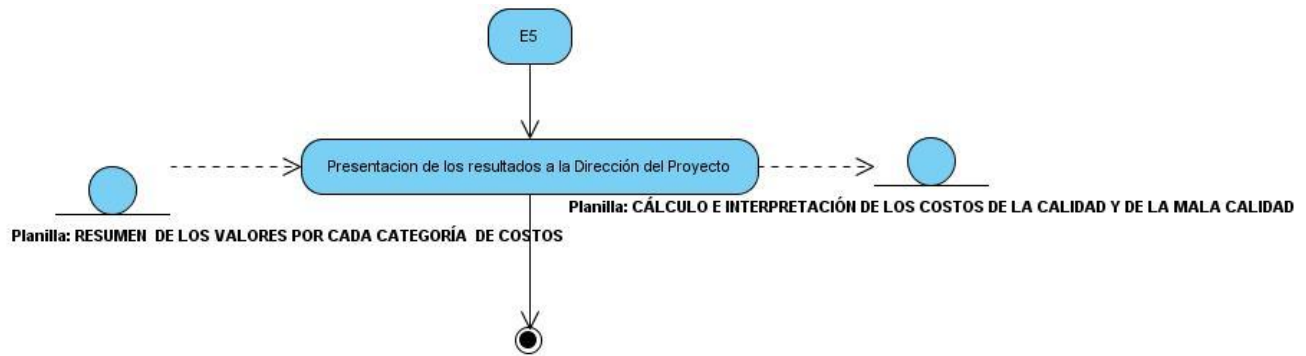


Fig. 12. Flujo de Actividades Etapa 5.

Actividades:

1. Realizar presentación de los resultados obtenidos.

Se realizará una presentación con los resultados obtenidos al aplicar el procedimiento para determinar los Costos Totales de la Calidad que serán presentados a la dirección del proyecto. En la misma aparecerá la interpretación contenida en la planilla cálculo e interpretación de los costos de la calidad y de la mala calidad explicada anteriormente. **(Anexo 5)**

Conclusiones del Capítulo

1. Se hizo el análisis de diferentes procedimientos para determinar Costos Totales de la Calidad en varias organizaciones de diferentes ramas de la economía, tomando de cada uno los puntos comunes y adecuándolos al proceso de desarrollo de software.
2. Se diseñó un procedimiento de cinco etapas aplicable al proceso de desarrollo de software del CT de la UCI, con el fin de mejorar la gestión de la calidad de los proyectos mediante la optimización de los costos de la calidad en que incurren.
3. Se generó la planilla "Clasificación de los Costos Totales de la Calidad", "Registro de los Costos Totales de la Calidad", "Resumen de los valores por cada categorías de costos" y la planilla "Cálculo e interpretación de los costos de la calidad y de la mala calidad", como soporte del procedimiento.

Capítulo 3: Validación y Aplicación de la Propuesta de procedimiento para determinar los Costos Totales de la Calidad en los proyectos del Centro de Telemática de la UCI.

En este capítulo se expondrá la validación y aplicación de la Propuesta de procedimiento para determinar los Costos Totales de la Calidad en los proyectos del Centro de Telemática de la UCI, para la misma se empleará el método estadístico Delphi, con el objetivo de evaluar cualitativa y cuantitativamente la propuesta, además de probar el procedimiento en el proyecto PBX del Centro de Telemática de la UCI.

3.1 Método Delphi.

El método Delphi, cuyo nombre se inspira en el antiguo oráculo de Delphos, fue ideado originalmente a comienzos de los años 50 en el seno del Centro de Investigación estadounidense RAND Corporation por Olaf Helmer y Theodore J. Gordon, como un instrumento para realizar predicciones sobre un caso de catástrofe nuclear. Desde entonces, ha sido utilizado frecuentemente como sistema para obtener información sobre el futuro [26].

Para la validación de la propuesta se escogió este método ya que es considerado uno de los métodos subjetivos de pronosticación más confiables. Es una técnica para obtener información esencialmente cualitativa, pero relativamente precisa acerca del futuro. Consiste básicamente en solicitar de forma sistemática las opiniones de un grupo de expertos para obtener un consenso de opiniones informadas, lo que permite evitar los inconvenientes de ésta (influencia de factores psicológicos: persuasión, resistencia al abandono de las opiniones públicamente manifestadas, efecto de la opinión mayoritaria, etc.). Todo esto con el fin de poner de manifiesto convergencias de opiniones y deducir eventuales consensos. El mismo permite alcanzar una imagen integral y más amplia de su posible evolución, reflejando las valoraciones individuales de los expertos, las cuales podrán estar fundamentadas, tanto en un análisis estrictamente lógico como en su experiencia intuitiva [27].

Si bien los métodos objetivos utilizan técnicas matemáticas bien fundamentadas, con las que el especialista logra formalizar la información disponible, estas técnicas resultan impotentes para captar la evolución futura de situaciones con alto grado de incertidumbre en sus posibles manifestaciones. Entonces se hace necesario la aplicación de métodos que estén estructurados a partir de la aceptación de la intuición como una comprensión clara de la realidad, y basados en la experiencia y conocimientos

Capítulo 3. Validación y Aplicación de la Propuesta

de un grupo de personas considerados expertos en la materia a tratar. Es por ello que entre las ventajas del método Delphi se encuentra la casi certeza de obtener un consenso en el desarrollo de los cuestionarios a los expertos.

3.2 Validación de la Propuesta.

Para la aplicación del método se consideraron tres cuestiones fundamentales:

1. Selección de los expertos
2. Elaboración del cuestionario.
3. Desarrollo práctico y explotación de resultados.

A continuación se explica cómo fueron aplicadas estas cuestiones en el presente trabajo.

✓ Selección de los expertos.

Para la selección de los expertos se tuvieron en cuenta las siguientes características:

1. Graduado de nivel superior.
2. Conocimientos sobre el tema tratado.
3. Ocupación de algún rol principal dentro de uno de los proyectos del centro, Especialista de Calisoft o miembro del consejo de dirección del centro.

Se seleccionaron 7 expertos, de los cuales hay dos directivos del CT, tres líderes de proyecto del CT y dos especialistas de Calisoft los cuales cumplían con las características establecidas.

Para la selección de los expertos es útil emplear la valoración por competencias mediante un formulario de autovaloración (**Anexo 6**). Este método consiste en calcular el Coeficiente de competencia (K) a partir de su conocimiento o información sobre el tema (Kc) y el Coeficiente de argumentación o valoración (Ka) mediante la siguiente fórmula:

$$K = \frac{1}{2} (k_c + k_a).$$

La interpretación de los Coeficientes de competencias es la siguiente:

Si $0,8 < k < 1,0$, el coeficiente de competencia es alto.

Si $0,5 < k < 0,8$, el coeficiente de competencia es medio.

Si $k < 0,5$, el coeficiente de competencia es bajo.

Para determinar el Coeficiente de conocimiento o información (Kc) el experto marcará en la casilla enumerada, según su criterio acerca de la capacidad que él tiene sobre el tema que se la ha sometido a su consideración, en una escala del 0 al 10 y que después para ajustarla a la teoría de las probabilidades se multiplicará por 0,1. Para determinar el Coeficiente de argumentación o valoración (Ka) se ofrece una

Capítulo 3. Validación y Aplicación de la Propuesta

tabla con la información en el **(Anexo 6)**. El experto debe marcar, según su criterio, los elementos que le permiten argumentar su evaluación del nivel de conocimiento seleccionado anteriormente. El resultado del coeficiente de competencias de todos los encuestados se muestra en la tabla siguiente:

No	Ka	Kc	K	Interpretación
1	0.8	0.8	0.8	Alto
2	0.9	0.7	0.8	Alto
3	0.7	0.5	0.6	Medio
4	0.9	0.7	0.8	Alto
5	1.0	0.8	0.9	Alto
6	0.9	0.7	0.8	Alto
7	0.8	0.8	0.8	Alto

Tabla # 2. Coeficiente de Competencia de los Expertos.

De los 7 expertos encuestados 6 tiene un coeficiente de competencia alto y 1 medio, siendo de 0.8 el promedio del Coeficiente de competencia del grupo **(Anexo 7)**.

✓ **Elaboración del cuestionario.**

Después de determinar el coeficiente de competencia de los expertos se procede a realizar el cuestionario para validar la propuesta de procedimiento. **(Anexo 8)**

✓ **Desarrollo práctico y explotación de los resultados.**

Para el desarrollo práctico y explotación de los resultados se buscó el criterio de cada uno de los expertos sobre la validación de la propuesta. Se confeccionó el llenado de las tablas agrupadas por preguntas para ir recogiendo los resultados aportados por los expertos. Para ello se utilizó el programa Microsoft Excel 2007. Los resultados obtenidos por cada experto se recogen en la tabla siguiente.

Tabla de Frecuencias Acumuladas							
No	Etapas	MA	BA	A	PA	NA	Total
1	E1	5	1	1	0	0	7
2	E2	3	4	0	0	0	7
3	E3	1	3	3	0	0	7
4	E4	2	2	2	1	0	7
5	E5	1	2	4	0	0	7
Total de Aspectos a Evaluar		5					

Tabla # 3. Tabla de Frecuencia Acumuladas.

Tabulados los datos, se realizan los siguientes pasos para obtener los resultados deseados:

Primer paso: Construir la tabla de frecuencias absolutas acumuladas. Esto se hace por fila, excepto el valor de la primera columna de esa fila, las restantes se obtienen sumando el actual y el anterior.

Capítulo 3. Validación y Aplicación de la Propuesta

Tabla de Frecuencias Absolutas Acumuladas						
No	Etapas	MA	BA	A	PA	NA
1	E1	5	6	7	7	7
2	E2	3	7	7	7	7
3	E3	1	4	7	7	7
4	E4	2	4	6	7	7
5	E5	1	3	7	7	7

Tabla # 4. Tabla de Frecuencias Absolutas Acumuladas.

Segundo paso: Construir la tabla de frecuencias relativas acumuladas. Para lo cual, se divide el valor de cada celda de la tabla anterior entre el número de expertos consultados, en este caso 7.

Tabla de Frecuencias Relativas Acumulativas						
No	Etapas	MA	BA	A	PA	NA
1	E1	0,71428571	0,85714286	0.9999	0.9999	0.9999
2	E2	0,42857143	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
3	E3	0,14285714	0,57142857	0.9999	0.9999	0.9999
4	E4	0,28571429	0,57142857	0,85714286	0.9999	0.9999
5	E5	0,14285714	0,42857143	0.9999	0.9999	0.9999

Tabla # 5. Tabla de Frecuencia Relativas Acumuladas.

Tercer paso: Se buscan las imágenes de los elementos de la tabla anterior por medio de la función (Dist. Normal. Standard Inv). A la misma tabla se le adicionan tres columnas y una fila para colocar los resultados que se mencionan a continuación.

- 1.- Suma de las columnas.
 - 2.- Suma de filas.
 - 3.- Promedio de las columnas.
 - 4.- Los promedios de las filas se obtienen de forma similar, en este caso también se divide por cuatro porque quedan 4 categorías ya que la última se eliminó.
 5. Para hallar N, se divide la suma de las sumas entre el resultado de multiplicar el número de indicadores por el número de preguntas.
 - 6- El valor N-P da el valor promedio que otorgan los expertos para cada indicador propuesto.
- La tabla 6 resume lo anteriormente explicado.

Puntos de Corte							N =	1,49	Grado de Adecuación
No	Etapas	MA	BA	A	PA	Suma	P	N-P	
1	E1	0,57	1,07	3,72	3,72	9,07	2,27	- 0,78	Muy Adecuado
2	E2	-0,18	3,72	3,72	3,72	10,98	2,74	-	Muy Adecuado

Capítulo 3. Validación y Aplicación de la Propuesta

								1,26	
3	E3	-1,07	0,18	3,72	3,72	6,55	1,64	-	Bastante Adecuado
4	E4	-0,57	0,18	1,07	3,72	4,40	1,10	0,39	Bastante Adecuado
5	E5	-1,07	-0,18	3,72	3,72	6,19	1,55	-	Bastante Adecuado
Suma		-2,32	4,97	15,94	18,60	37,19	Total Muy Adecuado		2
Puntos de Corte		-0,46	0,99	3,19	3,72		Total Bastante Adecuado		3

Tabla # 6. Tabla Puntos de Corte.

Los puntos de corte se utilizan para determinar la categoría de cada criterio según la opinión de los expertos consultados. Con ellos se opera del modo siguiente:

Muy Adecuado	Bien Adecuado	Adecuado	Poco Adecuado	No Adecuado
Menor que -0.46	(Entre -0.46 y 0.99)	(Entre 0.99 y 3.19)	(Entre 3.19 y 3.72)	Mayor que 3.72

Tabla # 7. Categoría de cada criterio.

Después de analizar los resultados de la encuesta se reafirma la validez de la propuesta, se concluye mostrando los resultados gráficamente.

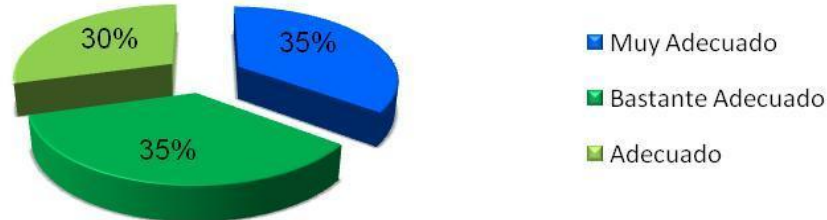


Fig. 13. Resultado por Frecuencias Acumuladas.

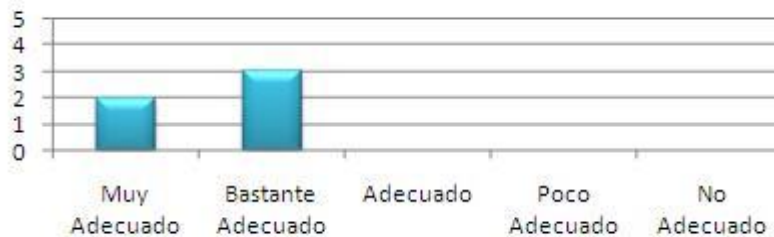


Fig. 14. Resultado por Categorías.

Capítulo 3. Validación y Aplicación de la Propuesta

3.3 Resultados de la encuesta.

Se realizó una encuesta a 8 líderes de proyectos del CT con el propósito de conocer en qué medida tributan los Costos Totales de la Calidad durante el proceso de desarrollo de software llevado a cabo por los proyectos del CT y el grado de conocimiento de los líderes de proyecto sobre los Costos Totales de la Calidad. Con una población de 10 proyectos se tomó una muestra de 8 proyectos, para un nivel de precisión del 10 % y un nivel de confianza del 95 %, este cálculo se realizó con un programa llamado Sample elaborado en la CUJAE, la encuesta se muestra en el **(Anexo 9)**, la misma arrojó los siguientes resultados:

Pregunta 1

De 8 líderes de proyectos encuestados, 5 marcaron que el tiempo promedio que invierte en corregir las no conformidades es medio para un 62.5%, 2 que es alto para un 25% y 1 que es bajo para un 12.5%.

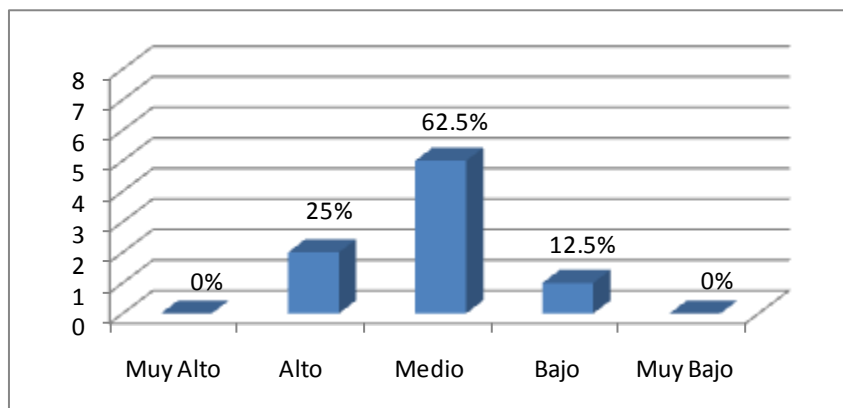


Fig. 15. Gráfica pregunta 1.

Pregunta 2

De 8 líderes de proyectos encuestados, 3 dijeron que su proyecto posee y aplica un plan de aseguramiento de la calidad para un 37.5%, 2 dijeron que a medias para un 25% y 3 dijeron que no, para un 37.5%.

Capítulo 3. Validación y Aplicación de la Propuesta

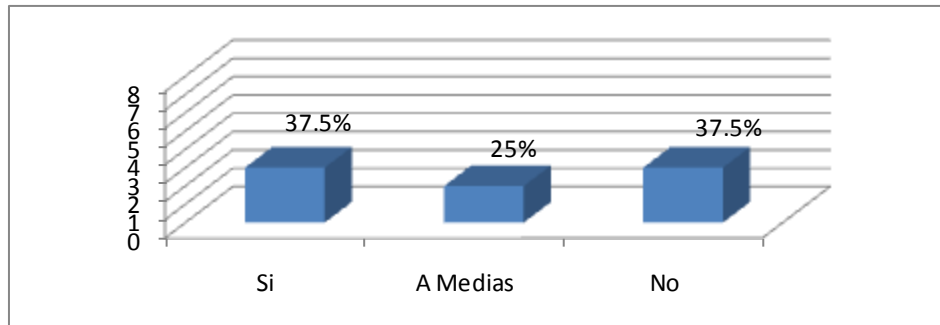


Fig. 16. Gráfica pregunta 2.

Incisos de la pregunta 2

a) De 8 líderes de proyecto encuestados, en una escala del 0-5 se les preguntó si en su proyecto se planifican durante todo el desarrollo las revisiones técnicas a realizar, para lo cual 4 marcaron 1, para un 50%, 1 marcó 2 para un 12.5%, 1 marcó 3 para un 12.5%, 1 marcó 4 para un 12.5% y 1 marcó 5 para un 12.5%.

b) De 8 líderes de proyecto encuestados, en una escala del 0-5 se les preguntó si en su proyecto se registran y se les da seguimiento a los errores encontrados durante las revisiones técnicas internas para lo cual 1 marcó que 0 para un 12.5%, 1 marcó que 3 para un 12.5%, 4 marcaron 4 para un 50% y 1 marcó 5 para un 12.5%.

c) De 8 líderes de proyecto encuestados, en una escala del 0-5 se les preguntó si en su proyecto se categorizan los errores y defectos encontrados en cada revisión para la cual 3 respondieron que 0 para un 37.5%, 4 respondieron que 3 para un 50% y 1 respondió que 4 para 12.5%.

d) De 8 líderes de proyecto encuestados, en una escala del 0-5 se les preguntó si en su proyecto poseen y aplican un plan de mitigación de riesgos para la cual 2 respondieron que 0 para un 25%, 3 respondieron que 3 para un 37.5% y 3 respondieron que 5 para un 37.5%.

Capítulo 3. Validación y Aplicación de la Propuesta

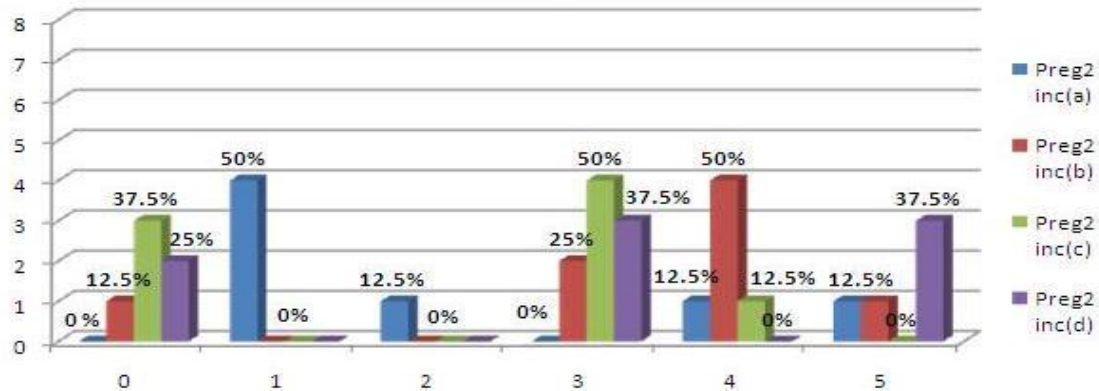


Fig. 17. Gráfica pregunta 2 incisos a, b, c, d.

e) De 8 líderes de proyecto encuestados, en una escala del 0-5 se les preguntó en qué medida su proyecto cumple con los requisitos pactados con el cliente para la cual 5 respondieron que 4 para un 62.5% y 3 respondieron que 5 para un 37.5%.

f) De 8 líderes de proyecto encuestados, en una escala del 0-5 se les preguntó si en su proyecto tienen establecido algún mecanismo para comunicar y resolver las no conformidades detectadas por parte del usuario para lo cual 2 respondieron que 0 para un 25%, 2 respondieron que 4 para un 25% y 4 respondieron que 5 para un 50%.

g) De 8 líderes de proyecto encuestados, en una escala del 0-5 se les preguntó si en su proyecto establecen y ejecutan de ser necesario un plan de capacitación para la cual 3 respondieron que 3 para un 37.5%, 3 respondieron que 4 para un 37.5% y 2 respondieron que 5 para un 25%.

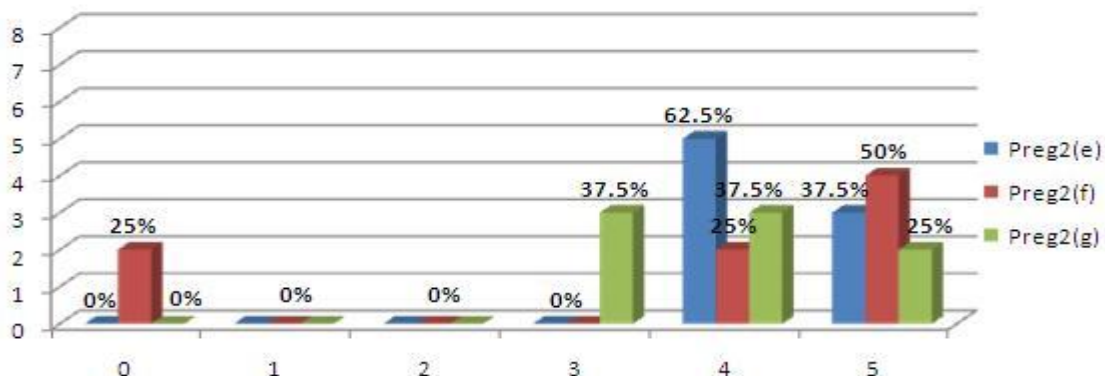


Fig. 18. Gráfica pregunta 2 incisos e, f, g.

Capítulo 3. Validación y Aplicación de la Propuesta

Con respecto al inciso **g)** se les preguntó a los 8 líderes de proyecto encuestados, que tiempo promedio invierten en esta actividad para la cual 2 respondieron que muy alto para un 25%, 2 respondieron que alto para un 25% y 4 respondieron que medio para un 50%.

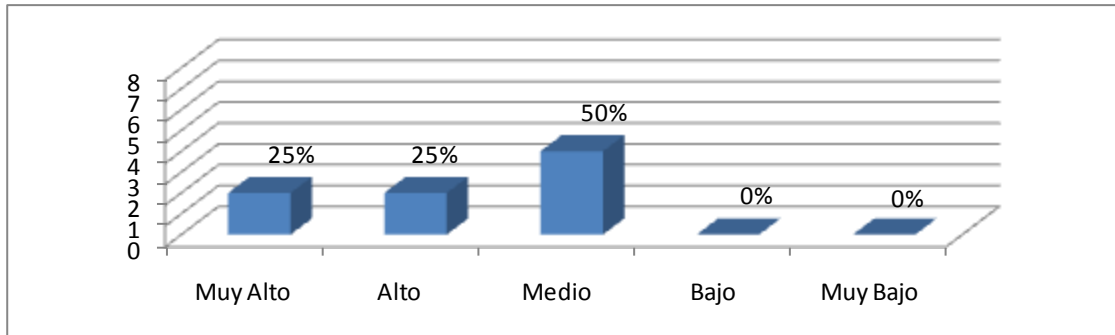


Fig. 19. Gráfica pregunta 2 inciso g.

Con los resultados de la encuesta realizada a los líderes de proyectos se evidencia que en los mismos existe una deficiente gestión de la calidad y poco conocimiento del término Costos Totales de la Calidad. Con el objetivo de corroborar lo anterior y probar la objetividad del procedimiento, se aplicó el mismo en el proyecto Sistema de gestión integral de costo para plantas telefónicas PABX (PBX), el cual es uno de los proyectos con el cronograma de actividades más avanzado del Centro. El proyecto PBX controla el consumo por concepto de llamadas telefónicas, genera reportes y permite configurar la planta con la que se conecta.

A continuación se muestran los resultados de la aplicación en dicho proyecto.

3.4 Aplicación del Procedimiento.

Etapa 1. Diagnóstico de la situación actual del proyecto.

En esta etapa del procedimiento se realizó un análisis de la situación del proyecto en cuanto a los Costos Totales de la Calidad, evidenciando que el mismo no cuenta con ningún procedimiento para determinar Costos Totales de la Calidad y que existe poco conocimiento de este término, la estructura de calidad del proyecto se conforma con el rol de Asegurador de la Calidad el cual es el encargado de llevar la documentación y hacer pruebas.

Etapa 2. Identificación y clasificación de los Costos Totales de la Calidad.

Capítulo 3. Validación y Aplicación de la Propuesta

En esta etapa del procedimiento se clasificaron las actividades en sus cuatro clasificaciones además de determinar los costos por creación. A continuación se muestran las tablas por categorías de costos como aparecen en las respectivas planillas.

Costos de prevención.

#	Costos definidos por el procedimiento	Costo Equivalente en el proyecto	Tiempo en Horas
1	Revisiones y documentación sobre productos existentes semejantes al que se pretende hacer.	Evaluar estado técnico del proyecto heredado SGICPBX.	16 h
2	Costos de las medidas y programas de Seguridad para el proyecto.	Desarrollar Plan de Aseguramiento de la Calidad.	168 h
		Crear Lista de Chequeos.	96 h
		Crear Plan de Mediciones.	168 h
		Crear Plan de Gestión de Configuración.	168 h
3	Adiestramiento y capacitación del personal del proyecto.	Elaborar plan de capacitación.	16 h
		Asimilación de las herramientas.	128 h
		Curso de Capacitación.	14 h
4	Mantenimiento preventivo de los equipos de procesos. Esto incluye el costo asociado con los ajustes y reparaciones necesarias.	Reparaciones Necesarias.	54 h
5	Gestión de riesgos.	Evaluar e identificar los riesgos.	40 h
		Desarrollo de la lista de riesgos.	40 h
		Desarrollo del plan de mitigación de riesgos.	28 h

Tabla # 8. Clasificación de los Costos de Prevención.

Costos de Evaluación.

Capítulo 3. Validación y Aplicación de la Propuesta

#	Costos Incurridos definido por el procedimiento	Equivalente al Costo en el Proyecto	Tiempo en Horas
1	Pruebas realizadas al producto.	Pruebas de Aceptación.	56 h
		Prueba Piloto.	80 h
		Revisión del expediente de proyecto y los entregables.	16 h
		Realizar pruebas de los prototipos con los usuarios.	8 h
		Analizar resultados obtenidos de las pruebas de unidad.	16 h
		Crear el Plan de pruebas.	8 h
2	Auditoria de calidad del producto.	Auditoría parte del grupo de calidad de la facultad.	40 h
		Auditoría parte del grupo de calidad de la facultad.	16 h
		Revisión de Calidad UCI del Expediente de proyecto y la documentación de la fase.	8 h
3	Revisiones de la Documentación.	Revisión y análisis de la tesis TAC-24K. Infinity TX-2400 L/XL.	20
		Revisión y análisis de la tesis Rastreo y seguimiento para envíos nacionales. Plataforma de Servicios Postales.	22
		Revisión y análisis de la tesis Sistema de monitoreo de SMDR.	19
4	Refinamientos.	Refinar Glosario de Términos.	20 h
		Refinar el plan de desarrollo de software.	8 h
		Refinar fundamentos básicos.	8 h
		Refinar el documento de los requerimientos.	16 h
		Refinar actores y casos de uso.	16 h
		Refinar descripción de los Casos de Uso.	19 h

Capítulo 3. Validación y Aplicación de la Propuesta

		Refinar los requerimientos del sistema.	10 h
		Refinar el Plan de Gestión de Configuración.	8 h
		Refinar plan de desarrollo de software.	8 h
		Refinar la arquitectura.	8 h
		Refinar el Plan de Gestión de Configuración.	8 h
5	Inspección Final del Producto.	Prueba de Unidad.	56 h

Tabla # 9. Clasificación de los Costos de Evaluación.

Costos por Fallas Internas.

#	Costo definido por el procedimiento	Equivalente en el proyecto	Tiempo en Horas
1	Maquinaria mal mantenida.	Maquinas en mal estado.	48 h
2	Ausentismo.	Ausencias.	80 h
3	Errores de diseño.	Corregir errores de diseño.	16 h
4	Errores de implementación.	Corregir errores de implementación.	16 h
5	Aviso de cambios de ingeniería.	Introducir cambios en los casos de uso que aún no han sido desarrollados.	8 h
		Ampliar el modelo de análisis con los nuevos casos de uso.	8 h

Tabla # 10. Clasificación de los Costos por Fallas Internas.

Costos por Fallas Externas.

El proyecto aun no ha terminado por lo que no se pudieron clasificar fallas externas.

Costos por Creación.

#	Costos definidos por el procedimiento	Costo Equivalente en el proyecto	Tiempo en Horas
1	Entrevistas.	Entrevista con el cliente. Identificar tareas y procedimientos	8 h

Capítulo 3. Validación y Aplicación de la Propuesta

		desarrollados.	
		Entrevista con el cliente. Revisión del modelo de dominio.	8 h
		Encuentro con el administrador de la Central Telefónica de la UCI. Revisión del modelo de dominio.	8 h
		Entrevista con el cliente. Aprobación del modelo de dominio.	8 h
2	Levantamiento de requisitos.	Identificar necesidades del cliente.	328 h
3	Actividades de implementación.	Implementar módulo explorador.	416 h
		Implementar módulo comunicador.	104 h

Tabla # 11. Costos por Creación.

Etapa 3. Análisis y cálculo de los costos de la calidad.

En esta etapa del procedimiento se calcularon los Costos Totales de la Calidad

Cálculo por Prevención.

Nombre de la métrica	Métrica	Costo en horas
Revisiones y documentación sobre productos existentes semejantes al que se pretende hacer.	$TTRD = \sum_{i=1}^n TRDPP$	16 h
Adiestramiento y capacitación del personal del proyecto.	$TTAC = \sum_{i=1}^n (PMC * CHC) + TEPC + TAH$	158 h
Gestión de Riesgos.	$TTGR = \sum_{i=1}^n TAGR$	108 h
Mantenimiento preventivo de los equipos de procesos.	$TTMP = \sum_{i=1}^n TRPE$	54 h

Capítulo 3. Validación y Aplicación de la Propuesta

Costos de las medidas y programas de seguridad para el proyecto.	$TTMPS = \sum_{i=1}^n TPP$	600 h
	Sumatoria de todas las métricas analizadas por Prevención	936 h

Tabla # 12. Cálculo de Prevención.

Cálculo por Evaluación

Nombre de la métrica	Métrica	Costo en horas
Pruebas realizadas al producto.	$TTP = \sum_{i=1}^n TP + \sum_{i=1}^n TAP + \sum_{i=1}^n TVRP$	176 h
Auditoría de calidad del producto.	$TTAC = \sum_{i=1}^n TA$	60 h
Revisiones de la Documentación.	$TTR = \sum_{i=1}^n TRD$	61
Inspección final del producto.	$TTIF = \sum_{i=1}^n TRIG$	56 h
Refinamientos.	$TTR = \sum_{i=1}^n TR$	129 h
	Sumatoria de todas las métricas analizadas por Evaluación	480 h

Tabla # 13. Cálculo de Evaluación.

Cálculo de las Fallas Internas

Nombre de la métrica	Métrica	Costo en horas

Capítulo 3. Validación y Aplicación de la Propuesta

Maquinaria mal mantenida.	$TTRM = \sum_{i=1}^n TRM$	48 h
Ausentismo.	$TTPA = \sum_{i=1}^n TCA$	80 h
Errores de diseño, impresión y procesamiento de datos.	$TTEDIPD = \sum_{i=1}^n TCED + \sum_{i=1}^n TCEI + \sum_{i=1}^n TCEPD$	32 h
Aviso de cambios de ingeniería.	$TTCI = \sum_{i=1}^n TCI$	16 h
Sumatoria de todas las métricas analizadas por Fallas Internas		176 h

Tabla # 14. Cálculo de las Fallas Internas.

Cálculo de las Fallas Externas

El proyecto aun no ha terminado por lo que no se pudieron calcular las fallas externas.

Cálculo por Creación

Nombre de la métrica	Métrica	Costo en horas
Entrevistas.	$TTE = \sum_{i=1}^n TE$	32 h
Levantamiento de requisitos.	$TTLR = \sum_{i=1}^n TLR$	328 h
Actividades de implementación.	$TTI = \sum_{i=1}^n TI$	520 h

Capítulo 3. Validación y Aplicación de la Propuesta

Sumatoria de todas las métricas analizadas por Creación	880 h
--	-------

Tabla # 15. Cálculo por Creación.

Etaapa 4. Reporte de mejoramiento.

Se realizó un reporte que resume los valores por cada categoría de costos, estos valores fueron analizados en correspondencia con las características del proyecto notando que el tiempo invertido por Planificación de medidas y programas de seguridad no justifica en valor tan elevado al igual que la Maquina mal atendida y el Ausentismo, no siendo así con el Adiestramiento y capacitación del personal del proyecto ya que el equipo de desarrollo del proyecto está compuesto por estudiantes los cuales no poseen experiencia con las herramientas utilizadas, el tiempo invertido por pruebas realizadas al producto y los refinamientos también se justifica por la causa expuesta anteriormente. A continuación se muestra la tabla que resume los valores:

#	Actividades	Categorías	Costos Incurridos
1	Tiempo total por planificación de medidas y programas de seguridad.	Prevención.	600 h
2	Adiestramiento y capacitación del personal del proyecto.	Prevención.	158 h
3	Pruebas realizadas al producto.	Evaluación.	176 h
4	Refinamientos.	Evaluación.	129 h
5	Maquinaria mal mantenida.	Fallas Internas.	48 h
6	Ausentismo.	Fallas Internas.	80 h

Tabla # 16. Valores por cada categoría de costos.

Etaapa 5. Presentación de los resultados de los Costos Totales de la Calidad a la dirección del proyecto.

Capítulo 3. Validación y Aplicación de la Propuesta

Se efectuó una presentación la cual fue mostrada al líder del proyecto con la interpretación final de los resultados obtenidos al aplicar el procedimiento, la cual se describe a continuación.

T----- Duración total del proyecto = 4960h.

P----- Costos en Prevención = 936h.

E-----Costos por Evaluación = 480h.

Fi-----Costos por Fallas Internas = 176h.

Fe-----Costos por Fallas Externas = 0h.

C-----Creación = 880h.

Costos	Métricas	Resultados
Esfuerzo de Calidad (EoQ)	$EoQ=P+E+Fi+Fe$	1592h
Costo de Calidad(CoQ)	$CoQ=(P+E+Fi+Fe)/(P+E+Fi+Fe+C)$	0.6440 equivale al 64 %
Esfuerzo de Mala Calidad (EoPQ)	$EoPQ = Fi+Fe$	176 h
Costo de Mala Calidad (CoPQ)	$CoPQ = (Fi+Fe) / (P+E+Fi+Fe+C)$	0.071 equivale al 7 %

Tabla # 17. Cálculo de los costos de la calidad y de la mala calidad.

Interpretación:

El proyecto PBX con una duración total de 4960 h arrojó un valor de Costo de la Calidad (CoQ) de un 64% el cual es muy elevado y no corresponde a un buen resultado ya que lo ideal sería que este valor estuviera entre un 25% y un 50%.

- El costo de la Mala Calidad arrojó un valor del 7% el cual es muy elevado, este valor debe de estar por debajo del 5%, para que este acorde con un buen nivel de calidad.
- El proyecto PBX presenta valores muy altos de Costos de la Calidad y de Costos de Mala Calidad, esto atenta contra el tiempo establecido de la entrega del producto y genera gastos que pueden ser evitados si se corrigiesen estos problemas.

A continuación se muestra gráficamente, el Esfuerzo de la Calidad, los Costos Relativos de la calidad y el Esfuerzo relativo de la Mala Calidad en correspondencia a los resultados obtenidos.

Capítulo 3. Validación y Aplicación de la Propuesta

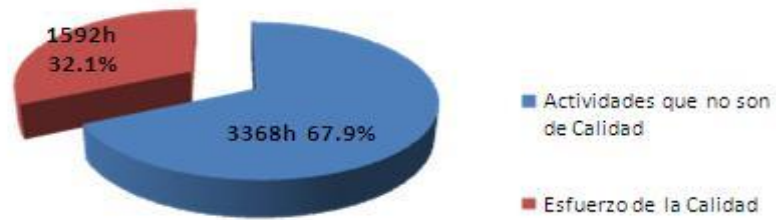


Fig. 20. Esfuerzo de la Calidad.

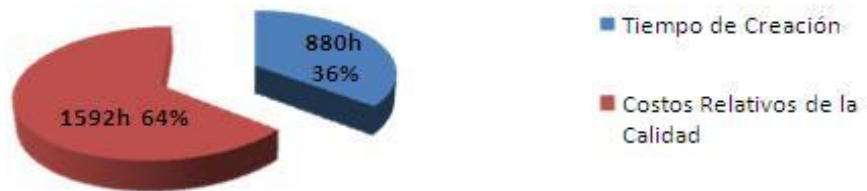


Fig. 21. Costos Relativos de la Calidad.

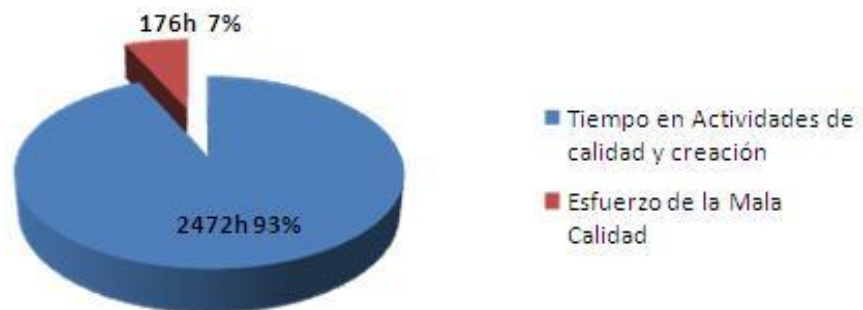


Fig. 22. Esfuerzo Relativo de la Mala Calidad.

Capítulo 3. Validación y Aplicación de la Propuesta

Conclusiones del Capítulo

1. Se utilizó el método Delphi para la validación de la Propuesta de procedimiento para determinar los Costos Totales de la Calidad en los proyectos de software producidos por el CT de la UCI, ya que es uno de los métodos de pronóstico más confiable, el mismo arrojó resultados positivos en cuanto a la propuesta.
2. Se realizó una encuesta a 8 líderes de proyectos del CT con el objetivo de conocer como manejan los Costos Totales de la Calidad en sus proyectos y que conocimiento tiene sobre este tema, mostrando la misma el poco conocimiento del tema y la escasa gestión de la calidad que se lleva en dichos proyectos.
3. Se aplicó el procedimiento en el proyecto PBX del CT evidenciando costos de la calidad muy elevados, con estos valores se llegó a una interpretación mostrando las causas de dichos resultados.

Conclusiones Generales

- Se realizó un estudio referido a la mejora continua dentro de la gestión de la calidad, teniendo en cuenta la influencia de los Costos Totales de la Calidad.
- Se hizo el análisis de diferentes procedimientos para determinar Costos Totales de la Calidad en varias organizaciones de diferentes ramas de la economía, tomando de cada uno parámetros comunes y adecuándolos al proceso de desarrollo de software.
- Se diseñó un procedimiento que cuenta de cinco etapas aplicable al proceso de desarrollo de software del Centro de Telemática, con el fin de mejorar la gestión de la calidad de los proyectos mediante la optimización de los costos de la calidad en que incurrir.
- Se aplicó el procedimiento para determinar los Costos Totales de la Calidad expresados en horas, en el proyecto PBX del Centro de Telemática de la UCI, detectando las actividades que más inciden en el mismo en aras de efectuar acciones correctivas.

Recomendaciones

- Aplicar la propuesta en el Centro de Telemática de la UCI, poniéndose a la disposición de la comunidad universitaria y de otros Centros productivos.
- Ofertar cursos referidos a los Costos Totales de la Calidad expresados en horas en el Centro de Telemática de la UCI.
- Convertir el valor del Costo Total de la Calidad en unidad monetaria.

Referencias Bibliográficas

1. GESTIOPOLIS. Conocimiento en Negocio Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/finanzas-contaduria/evolucion-historica-de-los-costos-de-calidad.htm>].
2. Economía de la Calidad. Disponible en: <http://www.fing.edu.uy/iimpi/academica/grado/ctrlcalidad/teorico/EconomiaDeLaCalidad.pdf>.
3. LAMOUR, Y. I. Planificación de la calidad para los proyectos productivos en la Universidad de las Ciencias Informáticas. 2009.
4. UCI, E.d.P. 2008. Disponible en: <http://calisoft.uci.cu>.
5. UCI. Curso introductorio a la mejora de procesos con el modelo CMMI 1.2 Descripción del modelo CMMI y sus componentes.
6. Maya, D.A.L, Construcción del Software. 2010.
7. Carrasco, O.M.F. Un enfoque actual sobre la calidad del software.1995 Disponible en: http://www.bvs.sld.cu/revistas/aci/vol3_3_95/aci05395.htm.
8. Vázquez, L.P.N., Factores de Calidad y Productividad 2005.
9. Calisoft. 2010 Disponible en: <http://calisoft.uci.cu>.
10. Pettinaroli, C.A. La visión de la calidad de Joseph Juran. 1995 Disponible en: <http://www.materiabiz.com/mbz/gurues.vsp?nid=22590>.
11. Alcántara, J.L.C. (2005) Fundamentos y Conceptos. Sistema de la Calidad. Disponible en: http://www.elprisma.com/apuntes/administracion_de_empresas/gestiondelacalidad.
12. SANZ, L. F. Necesidades de medición en la gestión y el aseguramiento de calidad del software. 1999, Disponible en: <http://www.sc.ehu.es/jiwdcoj/remis/docs/aseguracal.htm>.
13. Amalia I. Álvarez, A.C.E., Mariana L. Lasarte, Una experiencia de medición de los costos relativos a la calidad en la producción de software. 2002.
14. Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) Editado por: Edición, T. EE.UU: 2004.
15. MORA, C. Gestión de la calidad. Mejoramiento continuo Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia/mejoramiento-continuo.htm>.
16. Descripción del modelo CMMI y sus componentes. 2009.
17. Calisoft, Diagnóstico UCI. 2009.

Referencias Bibliográficas.

18. PLUNKETT, B. G. D. A. J. J. Quality Costing 1992.
19. TELEMÁTICA, C. D. Visión, Misión del Centro de Telemática 2010.
20. PÉREZ, L. J. C. I. Á. PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO DE LOS COSTOS DE CALIDAD. 2008.
21. FINLAY", E. D. P. B. C. J. DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LOS COSTOS DE CALIDAD. 1998.
22. HERNANDEZ, B. H. Ejemplo de Aplicación de Costo de Calidad en "DURALMET", Las Tunas 2008.
23. CHACÓN, M. S. N. G. SISTEMA DE COSTO DE CALIDAD PARA INSTALACIONES TURÍSTICAS. 2002.
24. RICARDO, I. J. C. G. METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LOS COSTOS DE CALIDAD EN LA INDUSTRIA DEL TABACO TORCIDO. 2007.
25. STRAUB, P. El costo de la calidad y el costo de la mala calidad. 2006.
26. ASTIGARRAGA, E. EL MÉTODO DELPHI. Universidad de Deusto, 2007.
27. CABEZAS, R. T. Aplicaciones del Método Delhi. 2004.
28. Group, Standish. Reporte del Caos Disponible en: <http://www.standishgroup.com>.
29. MUÑOZ, C. C. Métricas del software. 2008.

Bibliografía

1. ALEXANDER, A. G. La Mala Calidad y su costo.
2. AMALIA I. ALVAREZ, A. C. E., MARIANA L. LASARTE. Una experiencia de medición de los costos relativos a la calidad en la producción de software. Montevideo, Uruguay, 2000.
3. CROSBY, P. La calidad no cuesta. El arte de cerciorarse de la calidad. México 1987.
4. FLAQUER, R. M. Costos totales de la calidad. Elementos que lo integran. Cuba: 2002.
5. FLORES, M. Aplicación de una Metodología de Dirección Integrada de Proyecto al Sistema Integrado de Gestión Empresarial en la Unión Eléctrica. 2001.
6. HARRINGTON, H. El coste de la mala calidad. España: 1990.
7. ISO. Gestión de la calidad y aseguramiento de la calidad. Suiza: 1984.
8. MARIELIS. Procedimiento para la implantación de un Sistema de Costos Totales de Calidad y su aplicación en la Dirección de Medios de Cultivo y Trofin. 2006.
9. STRAUB, P. El costo de la calidad y el costo de la mala calidad. 2006.
10. WESLEY, A. El Proceso Unificado de Desarrollo de Software. Madrid, España: 2000.

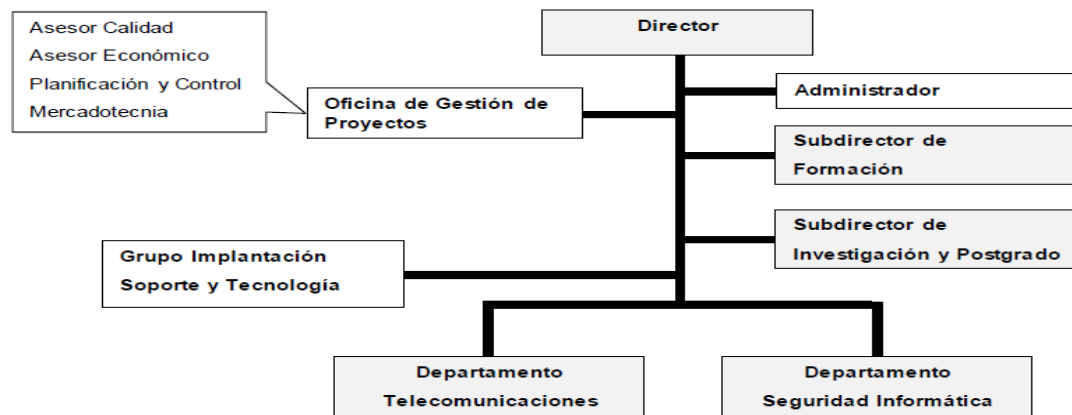
Glosario de Términos

- A Audis BD:** Auditoria de BD, nombre de un proyecto del Centro de Telemática de la UCI.
AC: Acciones Correctivas.
- C CMMI:** Modelo de Madurez de Capacitación Integrada.
CM: Administración de la Configuración.
CT: Centro de Telemática.
CoQ: Costos de calidad.
CoPQ: Costos de mala calidad.
- D DCSW:** Dirección de Calidad de Software.
- E ETECSA:** Empresa de Telecomunicaciones de Cuba SA.
EoQ: Esfuerzo de calidad.
EoPQ: Esfuerzo de mala calidad.
- I I+D:** Investigación más Desarrollo.
ICON: Informatización de la Contraloría General de la República, nombre de un proyecto del Centro de Telemática.
- M MA:** Medición y Análisis.
MININT: Ministerio del Interior.
- N NC:** No conformidades.
- P PPQA:** Aseguramiento de la Calidad a Procesos y Productos.
PP: Planeación del Proyecto.
PMC: Monitoreo y Control del Proyecto.
- R REQM:** Administración de Requisitos.
- S SAM:** Administración de Acuerdos con Proveedores.
SIE Center: Software Industry Excellence Center.
SGIC-PABX: Sistema de Gestión Integral de Costo para PABX, nombre de un proyecto del Centro de Telemática.
SIAl: Sistema Integral de Análisis de Información, nombre de un proyecto del Centro de Telemática.
SER-WAP: Servidor de aplicaciones WAP, nombre de un proyecto del Centro de Telemática.
- T TIP:** Tele Identificador Personal, nombre de un proyecto del Centro de Telemática.
- U UCI:** Universidad de las Ciencias Informáticas.

Anexos

Anexo 1

Organigrama del Centro de Telemática de la UCI



Anexo 2



CENTRO DE TELEMÁTICA

Facultad 2

CLASIFICACIÓN DE LOS COSTOS TOTALES DE LA CALIDAD.

<Nombre del proyecto> [Nombre del proyecto]

Clasificación de los costos de: [Tipos de costos que pueden ser por Prevención, Evaluación, Fallas Externas o Fallas Internas, y los costos por creación, se hará una planilla para cada tipo de costo].

Realizado por: [Rol que realiza la planilla]

Etapa del Proyecto: [Etapa en que se encuentra el proyecto]

	Etapa 1	Etapa 2	Etapa n
--	---------	---------	---------

#	Costos Incurridos definido por el procedimiento.	Equivalente al Costo en el Proyecto.	Horas Dedicadas.
<1>	[Nombre de la actividad realizada] [De surgir alguna actividad en iteraciones posteriores se agregará, de lo contrario solo se actualizan las que estén]	[Nombre del actividad como la propone el proyecto]	[Horas dedicadas a la actividad]						
n									

Anexo 3



CENTRO DE TELEMÁTICA

Facultad 2

REGISTRO DE LOS COSTOS TOTALES DE LA CALIDAD

<Nombre del proyecto> [Nombre del proyecto]

Costos por: [Costos en Prevención, Evaluación, Fallas Externas, Fallas Internas, o costos por creación, se hará una planilla para cada tipo de costo].

Realizado por: [Rol que realiza la planilla]

Nombre de la Métrica	Métrica	Costo en horas	Costo en horas Etapa n

[Nombre de la métrica como se define en el procedimiento]	[Métrica analizada]	[Tiempo en horas que arroja la métrica]			
Tiempo Total	[Sumatoria de todas las métricas analizadas]				

[Etapa 1,2.....n: Nombre da la etapa en que se analiza dicha métrica]

Anexo 4



CENTRO DE TELEMÁTICA

Facultad 2

RESUMEN DE LOS VALORES POR CADA CATEGORÍA DE COSTOS

<Nombre del proyecto> [Nombre del proyecto]

Realizado por: [Rol que realiza la planilla]

Etapa del Proyecto: [Etapa en que se encuentra el proyecto]

#	Actividades	Categoría	Costos Incurridos
<1>	[Actividades de mayor costo detectadas]	[Categoría de los costos]	[Horas dedicadas a dichas actividades]

Anexo 5



CENTRO DE TELEMÁTICA

Facultad 2

CÁLCULO E INTERPRETACIÓN DE LOS COSTOS DE LA CALIDAD Y DE LA MALA CALIDAD

<Nombre del proyecto> [Nombre del proyecto]

Realizado por: [Rol que realiza la planilla]

T----- Duración total del proyecto.

P----- Costos en Prevención.

E-----Costos por Evaluación.

Fi-----Costos por Fallas Internas.

Fe-----Costos por Fallas Externas.

C-----Creación.

Costos	Métricas	Resultados
Esfuerzo de Calidad (EoQ)	$EoQ = P + E + Fi + Fe$	
Costo de Calidad (CoQ)	$CoQ = (P + E + Fi + Fe) / (P + E + Fi + Fe + C)$	
Esfuerzo de Mala Calidad (EoPQ)	$EoPQ = Fi + Fe$	
Costo de Mala Calidad (CoPQ)	$CoPQ = (Fi + Fe) / (P + E + Fi + Fe + C)$	

Interpretación: [Se realiza la interpretación de los resultados obtenidos como se explica a continuación]

Interpretación del CoQ.

4. Si el valor de CoQ es > al 50%, los Costos de la Calidad son muy altos.
5. Si el valor de 25% < CoQ < 50%, los Costos de la Calidad están correctos.
6. Si CoQ < 25% sería el resultado ideal.

Interpretación del CoPQ.

- Si el CoPQ < 5%, sería un valor positivo de los Costos de la Mala Calidad para el proyecto.
- Si el CoPQ > 5%, sería un valor muy alto para de los Costos de la Mala Calidad para el proyecto.

Anexo 6

Encuesta de autovaloración.

Compañero (a): En la ejecución de la presente tesis, deseamos someter a la valoración de un grupo de expertos, la Propuesta de procedimiento para determinar los Costos Totales de la Calidad en los proyectos del Centro de Telemática de la UCI. Para ello, necesitamos conocer el grado de dominio que Ud. posee sobre Costos Totales de la Calidad. Con este fin deseamos que responda lo que se le pide a continuación.

Nombre y apellidos: _____

Centro de trabajo: _____ Labor que realiza: _____

Años de experiencia: _____ Especialidad: _____ Categoría docente: _____

Categoría científica: _____

1.- Marque con una cruz (X) el grado de conocimiento que Ud. tiene sobre la temática que se investiga:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

2.- Marque con una cruz (X) las fuentes que le han servido para argumentar el conocimiento que tiene Ud. de la temática que se investiga. Resalte con otro color la que más ha influido en Ud.

No	Fuentes de argumentación	Grado de influencia		
		Alto	Medio	Bajo
1-	Análisis teóricos realizados por usted			
2-	Su experiencia obtenida			
3-	Trabajos de autores nacionales			
4-	Trabajos de autores extranjeros.			
5-	Su propio conocimiento del tema			
6-	Su intuición.			

Anexo 7

Expertos	Cargo que ocupa	Coefficiente de competencia
Experto 1	Directivo del Centro de Telemática	0.8
Experto 2	Directivo del Centro de Telemática	0.8
Experto 3	Líder de proyecto del Centro de Telemática	0.8
Experto 4	Líder de proyecto del Centro de Telemática	0.8

Experto 5	Líder de proyecto del Centro de Telemática	0.6
Experto 6	Especialista de Calisoft	0.8
Experto 7	Especialista de Calisoft	0.9

Anexo 8

Encuesta a expertos.

Compañero (a):

La presente tesis tiene como objetivo principal definir un procedimiento para determinar los Costos Totales de Calidad aplicable a los proyectos de software producidos por el Centro de Telemática de la UCI, se necesita conocer criterios sobre este importante tema en aras de mejorar la gestión de la calidad de los proyectos y reducir los costos de calidad en los mismos.

A continuación se muestra el grado de factibilidad que debe dar de cada etapa del procedimiento.

MA->Muy Adecuado.

BA->Bastante Adecuado.

A->Adecuado.

PA->Poco Adecuado.

NA->No adecuado.

No	Etapas	Factibilidad
1	Diagnóstico de la situación actual del proyecto.	
2	Identificación y clasificación de los costos de calidad.	
3	Cálculo de los costos de calidad.	
4	Reporte de mejoramiento.	
5	Presentación de los resultados de los costos a la dirección del proyecto.	

Anexo 9

Encuesta

Graduado de:

Rol que desempeña:

Años de experiencia en la actividad:

Con el propósito de conocer en que medida tributa a los costos totales de la calidad durante el proceso de desarrollo de software llevado en su proyecto, se le pide que responda las siguientes preguntas:

1. ¿Diga cuál es el tiempo promedio que invierte el proyecto en corregir las no conformidades? Marque como usted lo consideraría:

Muy Alto----- Alto----- Medio----- Bajo----- Muy bajo----

De considerarse Alto o Muy alto mencione las causas que conducen a ello.

De ser bajo o muy bajo mencione las actividades que realiza para llegar a ello.

2. ¿Su proyecto posee y aplica un Plan de Aseguramiento de la calidad?

_____ Si _____ A medias _____ No

Si su respuesta está comprendida entre las 2 primeras opciones marque en una escala de 0 a 5 que medida cumplen con los planteamientos siguientes:

Donde (5 es cumple a cabalidad y 0 no cumple):

- a) Planifican durante todo el desarrollo las revisiones técnicas a realizar 0__1__2__3__4__5__
- b) Registran y se le da seguimiento a los errores encontrados durante las revisiones técnicas internas 0__1__2__3__4__5__
- c) Categorizan los errores y defectos encontrados en cada revisión 0__1__2__3__4__5__
- d) Poseen y aplican Plan de mitigación de riesgos 0__1__2__3__4__5__
- e) En qué medida cumple su proyecto con los requisitos funcionales 0__1__2__3__4__5__
- f) Cuentan con medidas en caso de que exista una no conformidad por parte del cliente. 0__1__2__3__4__5__

Si tiene. ¿Cuales serian?:

- g) Establecen y ejecutan de ser necesario plan de capacitación 0__1__2__3__4__5__

¿Diga el tiempo promedio que invierten en esta actividad? Marque como usted lo consideraría:

Muy Alto----- Alto----- Medio----- Bajo----- Muy bajo----