

FACULTAD 8

TRABAJO DE DIPLOMA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO EN CIENCIAS INFORMÁTICAS



Título: Propuesta de Plan de Aseguramiento de la Calidad para el Departamento de Producción de Materiales Educativos del Centro de Tecnologías para la Formación.

Autor (es):

Diamela María Miranda Rivero

Ivet Mustelier Donatien

Tutora:

Ing. Lisandra Guibert Estrada

Consultante:

Msc. Febe Ángel Ciudad Ricardo

Ciudad de La Habana, 2010

Curso 2009-2010



“Todos y cada uno de nosotros paga puntualmente su cuota de sacrificio consciente de recibir el premio en la satisfacción del deber cumplido, conscientes de avanzar con todos hacia el Hombre Nuevo que se vislumbra en el horizonte.”

Ernesto Che Guevara

Dedicatoria

A mi familia por todo el apoyo brindado.

A mi mamá y a mi hermanito por ser la luz de mi vida.

A mi novio por robarme mi amor y cariño.

Y a todas las personas que de una forma u otra contribuyeron a la realización de este sueño.

A ustedes, mi mayor esfuerzo y dedicación.

Diamela María Miranda Rivero.

A mis padres por ser lo que más quiero en esta vida, por estar siempre a mi lado, y porque todo lo que soy se lo debo a ellos.

A mi novio por demostrarme que con amor y tolerancia todo es posible.

A mis mejores amigos Sirleys y Osmangel por aceptarme como soy y estar presentes cada vez que lo necesito.

A todos aquellos que tuvieron confianza en mí y que nunca dudaron, a los que las palabras y consejos de aliento nunca les faltaron para conmigo, aquí les va este logro compartido.

Ive t Mustelie rDonatien.

Agradecimientos Generales

Agradecemos a nuestros padres que han hecho posible este sueño, por ser nuestro motor impulsor y el regalo más bello que hemos recibido de la vida.

A nuestros compañeros de grupo y a todos los amigos tan especiales que hemos conocido en el transcurso de la carrera.

A los profesores de la Universidad de las Ciencias Informáticas, por la formación que nos han dado a lo largo de estos cinco años.

A nuestro tribunal de tesis por sus críticas constructivas y por darnos evaluaciones justas que nos hicieron mejorar y crecer, especialmente a Celia y a Greisy por estar dispuestas a ayudarnos en todo momento y por atendernos sin dudar cuando necesitamos asistencia.

A nuestra tutora por su apoyo y toda la confianza que depositó en nosotras.

A nuestro Comandante en Jefe Fidel Castro por idear esta gran Universidad y a la Revolución Cubana por permitir a millones de jóvenes obtener un título universitario sin cobrar nada a cambio, por eso estamos aquí.

A esta Universidad por todas las enseñanzas, experiencias y recuerdos inolvidables, que quedarán para siempre guardados en nuestra memoria.

Diamela e Ivet.

Agradecimientos

Ivet

A mis padres por todo el amor, cariño, dedicación y apoyo que me han dado siempre, por inculcarme valores positivos y permitirme ser independiente, por estar a mi lado en los momentos buenos y malos, en fin, por confiarme siempre en mí y ser los padres que todos anhelan.

A mi mamá por ser la mejor madre del mundo, por ser comprensiva y paciente, por enseñarme a hacer el bien siempre y a darsin esperar recibir nada a cambio, por ser mi amiga y por defenderme con garras y dientes. Gracias mimi por estos 22 años llenos de amor y cariño.

A mi papá por enseñarme a ser sincera, valiente e independiente, a luchar por mis derechos, y a defender mi forma de pensar aunque tenga que enfrentarme a la gente que más quiera, por apoyarme, aconsejarme y creersiempre en mí.

Gracias papá por tu amistad y por todo el amor que me has dado.

A mis dos mejores amigos, Sirleys y Osmangel, por su sinceridad, por estar dispuestos a ayudarme en todo, por apoyarme y ser mis paños de lágrimas y sobre todo por aceptarme como soy, con mis defectos y mis virtudes.

A Junior, por tener tanta paciencia y ser tan dulce conmigo, por criticar y valorar mis acciones, por su respeto y por ser el gran amor de mi vida.

A mi familia, por tanta preocupación y apoyo sentimental y fraternal, en especial a mi tía Eva por cuidar de mi mamá cuando e estuvo enferma, permitiéndome así continuar con mis estudios universitarios, a mi tío Betino por su cariño y por preocuparse tanto por mí, y a mi tío Rafael por ser el apoyo familiar en todo el tiempo que estuve separada de mis padres.

A todas mis amistades, pero en especial aquellas que saben que estuvieron ahí cuando las necesité. Gracias a Alejandro, Eduardo, Henry, Ariosa, Damaris, Isabel, Yanelis, Adonis.

A mi compañera de tesis por su entrega constante, por ser sincera conmigo, por darme el empujón y las fuerzas en el momento que lo necesitaba, por compartir conmigo tantos momentos buenos y malos, por aconsejarme cada vez que tomaba decisiones precipitadas, y por no darme nunca la espalda.

Agradecimientos

Diamela

A mi familia por su apoyo incondicional, por compartir conmigo mis penas y alegrías, por el esfuerzo realizado para cumplir mis deseos y necesidades y por todos los valores que de ellos he aprendido.

A mi abuela María Elena por inculcarme la lectura y el estudio desde muy pequeña, por apoyarme cuando quise hacer arte, por sus dulces regaños, por reír conmigo y llorar también, Mi abuelita, a ti un gran quiero.

A mi tío Yoqui por ayudarme en lo que ha podido con mi tesis, mis estudios y por sus sabios consejos de hombre humilde y humano.

A Güichi, mi tía y abuela más consentidora, gracias por complacerme tanto y por hacerme las cosquillitas más ricas del mundo, realmente me has hecho muy feliz.

A mis hermanos Rauli y Elvira por apoyarme a mi mamá, Elvira gracias por ser como mi hermana, por aguantar mis pesadeces, por todos los detalles con nosotras y por tu gran protagonismo en toda esta locura que ha sido mi tesis. A mi hermanito por haberme enseñado que la vida hay que vivirla, por darme a mi existencia un toque de gracia y por ser mi mejor confidente.

A mi querida compañera de tesis por toda la ayuda en los tiempos de arduo trabajo, por su comprensión y su dedicación, por aceptar mis críticas y seguir mis consejos, sin ella no estaríamos aquí.

A Héctor, gracias por estar a mi lado en los tiempos más difíciles de mi carrera, por ayudarme en todo lo que has podido, por soportar mis boberías y enseñarme a crecer como mujer, por haber llegado en el momento preciso, por cuidarme, protegerme, apoyarme y por los muchos momentos felices que me has regalado, Te amo chiquilino, eres muy especial para mí.

A mi tío papá Carlos por cuidar de mi Mami en los peores momentos cuando no pude estar ahí, por ser ese padre que nunca tuve y por aguantar mis malcriadeces, sin él, definitivamente no estaría donde estoy.

A mi mamita, millones de gracias para ti, no tengo como pagarte todas las cosas que has hecho por mí, ningún sacrificio mío es suficiente para hacerte feliz, te mereces lo mejor porque has sido por sobre todas las cosas madre, por tenernos a mi hermanito y a mí por encima de ti, por defendernos con uñas y dientes incluso cuando no teníamos la razón, por ese gran amor absoluto que siempre nos has dado, porque has sido madre y padre, mi mejor y única amiga, A ti mi amor eterno.

Y por último a Diosito que me regaló esta familia y no otra, por darme esta Mami que es la mejor y más linda mamá del universo, por poner en mi camino al mejor hombre y amigo del mundo, por haberme dado las fuerzas para continuar y por traer a mi lado personas incondicionales.

A todos, muchísimas gracias.

Declaración de Autoría

Declaramos que somos los únicos autores del trabajo *“Propuesta de Plan de Aseguramiento de la Calidad”* y autorizamos a la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo en su beneficio.

Para que así conste firmamos la presente a los ____ días del mes de _____ del año 2010.

Autores:

Diamela María Miranda Rivero

Ivet Mustelier Donatien

Tutores:

Ing. Lisandra Guibert Estrada

Resumen:

En términos generales la calidad de software es el grado en que un conjunto de características inherentes a un producto cumple con los requisitos explícitos e implícitos con el objetivo de satisfacer las necesidades del cliente. Todo proyecto, en la rama de la informática generalmente, basa su desarrollo en producir software de la mejor calidad posible, que cumpla, y supere las expectativas de los usuarios. Para ello, se organiza un equipo de trabajo encargado de asegurar la calidad del producto, que en su gran mayoría no cuenta con los conocimientos necesarios para consumir su labor. Trayendo como resultado, que se incumpla con los requerimientos y que principalmente no se completen las necesidades del cliente. Atribuido a estas consecuencias se integra el hecho de que la Universidad como empresa productora de software, pierda confiabilidad y prestigio. El Departamento de Producción de Materiales Educativos del FORTES, que pertenece a la Facultad 8 de la UCI, no está ajeno a esta situación, por lo que la investigación siguiente persigue como objetivo ayudar al mejoramiento de la calidad en los proyectos que pertenecen a este Departamento y a la factibilidad en el trabajo de estudiantes y profesores que adopten el rol asegurador de la calidad, proponiendo un plan de aseguramiento de la calidad genérico, que sirva de guía a sus proyectos.

Índice de contenidos

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
1.1 Introducción.....	6
1.2 Calidad de Software.....	6
1.3 Control de la Calidad	7
1.4 Coste de calidad.....	8
1.5 Gestión de la Calidad de Software	9
1.6 Garantía de calidad.....	9
1.7 Aseguramiento de la Calidad (SQA).....	10
1.7.2 Plan de Aseguramiento de la Calidad.....	12
1.7.2.1 Verificación y validación	13
1.7.2.2 Métricas del software.....	16
1.7.2.3 Estándares y Modelos	18
1.7.2.3.1 ISO.	18
1.7.2.3.2 IEEE.	20
1.7.2.3.3 Modelo de calidad CMMI.....	21
1.7.3 Estudio de soluciones existentes.....	25
1.7.3.1 Comportamiento de los PSQA a Nivel Internacional.....	26
1.8 Misión y objetivos del Centro de Tecnologías para la Formación.....	28
1.8.1.1.1 Problemática en el Departamento de Producción de Materiales Educativos del Centro de Tecnologías para la Formación.	30
1.9 Conclusiones del Capítulo 1	30
CAPÍTULO 2. PROPUESTA DEL PLAN DE SQA	32
2.1 Introducción.....	32
2.1.1 Propósito.....	32
2.1.2 Alcance.....	32
2.1.3 Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas.....	32

2.1.4 Referencias.....	33
2.1.5 Resumen.....	33
2.2 Objetivos de Calidad	34
2.3 Gestión	35
2.3.1 Organización.....	35
2.3.2 Tareas y Responsabilidades.....	40
2.4 Métricas	45
2.5 Documentación	50
2.6 Estándares y Guías.....	50
2.7 Plan de Revisiones y Auditorías	52
2.7.1 Tareas generales de Revisiones.....	52
2.7.2 Tareas generales de Auditorías.....	55
2.7.3 Cronograma.....	57
2.7.4 Resolución de problemas y actividades de corrección.....	59
2.7.5 Herramientas, técnicas o metodologías usadas.....	59
2.8 Pruebas	60
2.8.1 Herramientas, Técnicas y Metodologías utilizadas en las actividades del Plan.....	64
2.9 Administración de Configuración	64
2.10 Registros de Calidad	65
2.11 Entrenamiento	67
2.12 Conclusiones del Capítulo 2	69
CAPÍTULO 3 “VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA”	70
3.1 Introducción.....	70
3.2 Características del método Delphi.....	71
3.3 Selección de los expertos	72

3.4	Guía para la Validación	72
3.5	Conclusiones del Capítulo 3	82
	CONCLUSIONES GENERALES	83
	RECOMENDACIONES	84
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
	ANEXOS.....	90
	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	105

Índice de figuras

Figura 1 Estructura del Centro de Tecnologías para la Formación 29

Figura 2 Distribución del Grupo de SQA. 36

Figura 3 Fases del Proceso de evaluación 45

Índice de tablas

Tabla 1 Actividades de Aseguramiento de la Calidad a desarrollar	45
Tabla 2 Estándares y guías	51
Tabla 3 Listas de chequeo por flujo de trabajo.	55
Tabla 4 Cronograma.	59
Tabla 5 Descripción de los registros de calidad.....	67
Tabla 6 Cursos para la capacitación.	69
Tabla 7 Criterios de evaluación	73
Tabla 8 Resultado del trabajo de los expertos.....	75
Tabla 9 Cálculo de la dispersión(S) para hallar la concordancia entre los expertos.	77
Tabla 10 Cálculo de la concordancia de Kendall.	78
Tabla 11 Calificación de cada criterio.	80

Introducción

En la actualidad una de las empresas más rentables del mundo es la empresa de software, ya que pasa a ser el centro de todas las transformaciones y, más aún, si se tiene en cuenta que los grandes temas de economía mundial, sociedad, ciencias, industrias e informática son resueltos a través del software. Es una de las industrias que más desarrollo ha alcanzado, son muy pocos los países que no desarrollan la producción de software como vía para mejorar su economía.

Cuba ha trazado ya su estrategia para mejorar la esfera económica a partir del desarrollo de la industria del SW, esto lo hace a través de diversos programas para informatizar la sociedad, donde uno de los elementos que apoyan el desarrollo de este programa es la construcción de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI); que forma a más de 10 mil profesionales capacitados en la producción de software y totalmente comprometidos con la Revolución.

La UCI está compuesta por 14 facultades, en estas células se encuentran proyectos productivos que se especializan en el desarrollo de soluciones de software, tanto para el país como para otras naciones que realicen contrato con la institución. Es necesario, para garantizar que los mercados internacional y nacional, continúen buscando a la UCI como empresa productora de software, los productos que allí se terminen; y por consiguiente se entreguen, presenten calidad. Para ello el aseguramiento de la calidad de software se ha convertido en una necesidad a la hora de evaluar los proyectos.

Cada una de las facultades están organizadas por un Centro Producción que tiene como misión desarrollar tecnologías que permitan ofrecer servicios y productos aplicando las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, a todo tipo de instituciones, independientemente de las condiciones tecnológicas que posean, garantizando la calidad de las soluciones brindadas. Estos Centros están constituidos por Departamentos en los que son distribuidos los proyectos según sus características. Los proyectos de la Facultad 8 se caracterizan por producir SWE donde el Centro de Producción de esta Facultad (FORTES) agrupa a cuatro Departamentos, uno de ellos es el Departamento de Producción de Materiales Educativos, el cual está presentando problemas con cumplimiento de la misión por la cual fue creado. Esto se debe a:

- La falta de capacitación del personal que debe ocupar roles como aseguradores de calidad, revisores y probadores, los cuales desconocen las funciones y actividades que les corresponde realizar.

- Existe desconocimiento en los equipos de trabajo de la importancia que tiene un Plan de Aseguramiento de la Calidad.
- Se incumple con los resultados planificados por el Departamento de Producción de Materiales Educativos del Centro de Tecnologías para la Formación.
- Existe desmotivación en cuanto al trabajo de calidad por parte de los roles que desempeñan los integrantes del equipo de calidad de cada proyecto.
- A las revisiones y pruebas no se les presta la atención requerida, realizándose estos procedimientos justamente en una fecha próxima a la entrega del producto, incluso existen proyectos que no realizan dichos procesos.

Los elementos antes expuestos se manifiestan de forma diferente en el Departamento de Producción de Materiales Educativos del Centro de Tecnologías para la Formación, por lo que no existe homogeneidad a la hora de llenar el Plan de Aseguramiento de la Calidad que está definido por la Universidad. Es válido destacar además que estos problemas traen por **consecuencias**:

1. Producto final insuficiente.
2. Incremento de la presión por mejorar el trabajo.
3. Prórrogas para la culminación del producto.
4. Pérdida de fiabilidad y confiabilidad.

Basado en estos elementos el **problema de la investigación** quedaría resumido en la siguiente interrogante: ¿Cómo mejorar la calidad en los proyectos del Departamento de Producción de Materiales Educativos del Centro de Tecnologías para la Formación?

Se presenta como **objeto de estudio** los Procesos de Aseguramiento de la Calidad, enfocado en el **campo de acción** concerniente al Plan de Aseguramiento de la Calidad para el Departamento de Producción de Materiales Educativos del Centro de Tecnologías para la Formación.

Durante la investigación se sustenta la **Idea a defender** siguiente: Si se establece un Plan de Aseguramiento de la Calidad para el Departamento de Producción de Materiales Educativos del Centro de Tecnologías para la Formación, se permitirá mejorar la calidad y uniformidad de los proyectos correspondientes a este Departamento.

Teniendo como **objetivo general** establecer un Plan de Aseguramiento de la Calidad para el Departamento de Producción de Materiales Educativos del Centro de Tecnologías para la Formación que optimice la calidad en los proyectos pertenecientes al Departamento de Producción de Materiales Educativos del Centro de Tecnologías para la Formación.

Con los **objetivos específicos**:

- Realizar el estudio del estado del arte de los diferentes conceptos emitidos sobre los procesos de Aseguramiento de la Calidad.
- Elaborar una Propuesta de Plan de Aseguramiento de la Calidad para el Departamento de Producción de Materiales Educativos del Centro de Tecnologías para la Formación.
- Validar la Propuesta del Plan de Aseguramiento para el Departamento de Producción de Materiales Educativos del Centro de Tecnologías para la Formación.

Para darle cumplimiento a los objetivos propuestos se plantean las **tareas de la investigación** siguientes:

- Investigar los diferentes conceptos emitidos en los temas relacionados con el aseguramiento de la calidad del proceso de desarrollo de software.
- Investigar sobre los principales estándares, normas, modelos de calidad, objetivos de calidad, procedimientos para la realización de revisiones y auditorías, métricas, pruebas, los roles en el equipo de SQA y actividades de entrenamiento que se realizan en la UCI.
- Reconocer las necesidades específicas y características del Departamento de Producción de Materiales Educativos del Centro de Tecnologías para la Formación usando como base las actividades que están encaminadas a lograr el aseguramiento de la calidad del software.
 - Realizar encuestas y entrevistas para definir los problemas existentes, respecto al aseguramiento de la calidad del producto en los proyectos de la Facultad 8 que pertenezcan al Departamento de Producción de Materiales Educativos del Centro de Tecnologías para la Formación. Procesar la información obtenida para evaluar los resultados de la misma.
- Elaborar una propuesta de plan de aseguramiento de la calidad de software en el Departamento de Producción de Materiales Educativos del FORTES.

- Validar la solución propuesta, basado en proyectos pertenecientes al Departamento y expertos sobre calidad de software.

Para el desarrollo de esta investigación se utilizan los siguientes **Métodos científicos**:

Métodos teóricos

- Histórico-lógico
- Análisis y Síntesis

Métodos empíricos

- Observación
- Entrevista
- Encuesta

Método estadístico

- Estadística descriptiva

Entre los métodos teóricos empleados se encuentra el Histórico-Lógico, su principal objetivo es estudiar la evolución y desarrollo del objeto de estudio y el Análisis-Síntesis que es la descomposición de los componentes para estudiar por separado cada elemento y sus relaciones, dichos métodos fueron utilizados para el estudio del estado del arte de los diferentes conceptos emitidos sobre los procesos de Aseguramiento de la Calidad. Dentro de los empíricos está la Encuesta y la Entrevista que se utilizaron para definir problemas existentes respecto al SQA en los proyectos que pertenecen al Departamento de Producción de Materiales Educativos. El método Observación se utilizó para reconocer las necesidades específicas y características del Departamento de Producción de Materiales Educativos del Centro de Tecnologías para la Formación. El Método estadístico, Estadística descriptiva que se utilizó para la validación de la propuesta de plan de SQA.

Estructura Capítular:

Capítulo 1: Fundamentación Teórica. Conceptos del SQA. Situación actual del SQA. Estándares, Normas y Modelos de Calidad. Reconocer las necesidades específicas de los proyectos involucrados. Características de los proyectos.

Capítulo 2: Propuesta de Plan de Aseguramiento de la Calidad.

Capítulo 3: Validar solución propuesta.

Capítulo 1. Fundamentación Teórica

1.1 Introducción

La Calidad de Software es una parte importante dentro del proceso de desarrollo de software y generalmente el eslabón que mayor problema presenta a la hora de construir un producto, por lo que se hace importante definir un plan que permita mejorar la calidad así como identificar y definir los elementos principales que contiene. En este capítulo se exponen conceptos y definiciones que fundamentan teóricamente este trabajo de diploma.

1.2 Calidad de Software

La calidad es un tema polémico del cual muchos autores han expresado sus conceptos, de forma general se puede resumir que la calidad de software es el cumplimiento de un conjunto de características propias de cada producto, a las cuales se les puede nombrar como requisitos funcionales y no funcionales que satisfacen las necesidades del usuario final.

Una definición bien completa, considerando que resulta bastante abarcadora es la emitida por Roger Pressman, donde la calidad no es más que 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”. (Pressman,2002)

“El conjunto de características de una entidad que le confieren su aptitud para satisfacer las necesidades expresadas y las implícitas” ISO 8402 (UNE 66-001-92).

La calidad del software es el conjunto de cualidades que lo caracterizan y que determinan su utilidad y existencia. La calidad es sinónimo de eficiencia, flexibilidad, corrección, confiabilidad, mantenibilidad, portabilidad, usabilidad, seguridad e integridad. (Lebrún, y otros, 2000)

El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos expresa que la calidad de software es: “El grado con que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario”. (IEEE, 1994)

La calidad del software es medible y varía de un sistema a otro o de un programa a otro. (Carrasco, 1995)

Conjunto de propiedades y de características de un producto o servicio, que le confieren aptitud para satisfacer unas necesidades explícitas o implícitas (García, 2003)

Se puede concluir con Juan Manuel Cueva quien en conferencia española emitió:

- Los requisitos del software son la base de las medidas de calidad. La falta de concordancia con los requisitos es una falta de calidad.
- Los estándares o metodologías definen un conjunto de criterios de desarrollo que guían la forma en que se aplica la ingeniería del software. Si no se sigue ninguna metodología siempre habrá falta de calidad.
- Existen algunos requisitos implícitos o expectativas que a menudo no se mencionan, o se mencionan de forma incompleta (por ejemplo el deseo de un buen mantenimiento) que también pueden implicar una falta de calidad. (Lovellette, 1999).

La calidad del software es una preocupación a la que se dedican muchos esfuerzos y sin embargo los productos elaborados carecen de perfección. Todos los proyectos tienen como objetivo producir software que presente calidad y de ser posible que cumpla o supere, las expectativas de los usuarios.

1.3 Control de la Calidad

El control de calidad es una serie de inspecciones, revisiones y pruebas utilizadas a lo largo del proceso del software para asegurar que cada producto cumple con los requisitos que le han sido asignados. (Pressman, 2002)

Son las técnicas y actividades de carácter operativo, utilizadas para satisfacer los requisitos relativos a la calidad, centradas en dos objetivos fundamentales:

- mantener bajo control un proceso
- eliminar las causas de los defectos en las diferentes fases del ciclo de vida. (Lovellette, 1999)

Es de gran importancia que mientras se desarrolla un producto se controle este proceso. Para controlar la calidad de software se deben definir inicialmente los parámetros o criterios de medición, de otra forma, “usted no puede controlar lo que no se puede medir”.

Para realizar un control de calidad deben ejecutarse frecuentes inspecciones a las metodologías de trabajo y al uso de las herramientas, revisiones de prototipos y de las pruebas formales de los productos finales. El control de la calidad permite realizar las rectificaciones necesarias a cualquier falla encontrada durante el proceso de desarrollo. (Mendoza, 2001)

El control de la calidad de un software se podría definir como las técnicas que se usan para estandarizar el software. Se ha de coincidir en que el concepto más completo es el dado por Juan Manuel Cueva Lovelle.

1.4 Coste de calidad

El *coste de calidad* incluye todos los costes acarreados en la búsqueda de la calidad o en las actividades relacionadas en la obtención de la calidad. Se realizan estudios sobre el coste de calidad para proporcionar una línea base del coste actual de calidad, para identificar oportunidades de reducir este coste, y para proporcionar una base normalizada de comparación. La base de normalización siempre tiene un precio. Una vez que se han normalizado los costes de calidad sobre un precio base, se obtienen los datos necesarios para evaluar el lugar en donde hay oportunidades de mejorar los procesos. Es más, se puede evaluar cómo afectan los cambios en términos de dinero.

Los costes de calidad se pueden dividir en costes asociados con la prevención, la evaluación y los fallos. Entre *los costes de prevención* se incluyen: planificación de la calidad, revisiones técnicas formales, equipo de pruebas y formación.

Entre *los costes de evaluación* se incluyen actividades para tener una visión más profunda de la condición del producto la primera vez a través de cada proceso. Entre ellos se encuentran: inspección en el proceso y entre procesos, calibrado y mantenimiento del equipo y pruebas.

Los costes de fallos son los costes que desaparecerían si no surgieran defectos antes del envío de un producto a los clientes. Estos costes se pueden subdividir en costes de fallos internos y costes de fallos externos. *Los internos* se producen cuando se detecta un error en el producto antes de su envío. Entre estos se incluyen: revisión, reparación y análisis de las modalidades de fallos.

Los costes de fallos externos son los que se asocian a los defectos encontrados una vez enviado el producto al cliente. A continuación se incluyen algunos ejemplos de costes de fallos externos: resolución de quejas, devolución y sustitución de productos, soporte de línea de ayuda y trabajo de garantía.

Como es de esperar, los costes relativos para encontrar y reparar un defecto aumentan dramáticamente a medida que se cambia de prevención a detección y desde el fallo interno al externo. (Pressman, 2002)

Es importante tener en cuenta los costes de calidad, haciendo uso de estos costes puede calcularse cuánto dinero es necesario invertir en la producción de un software y cómo de alguna manera se pueden simplificar esos costos asegurando la calidad.

1.5 Gestión de la Calidad de Software

La Norma ISO 9000 define a la gestión de la calidad como “(...) un conjunto de actividades de la función general de la dirección que determina la calidad, los objetivos y las responsabilidades y se implanta por medios tales como la planificación de la calidad, el control de la calidad, el aseguramiento (garantía) de la calidad y la mejora de la calidad, en el marco del sistema de calidad.” (Lovelley, 1999)

Autores como Carlos López expresan que “(...) la gestión de la calidad incluye la planificación estratégica, la asignación de recursos y otras actividades sistemáticas, tales como la planificación, las operaciones y las evaluaciones relativas a la calidad”. (López, 2002).

CMMI plantea que un sistema de gestión de la calidad es el conjunto de elementos interrelacionados de una empresa u organización, por los cuales se administra de forma planificada la calidad, en la búsqueda de la satisfacción de su cliente. Entre dichos elementos, los principales son: la estructura de la organización, sus procesos, sus documentos y sus recursos (CMMI, 2006).

La gestión de la calidad no es más que un conjunto de acciones planeadas que deben cumplirse de manera sistemática por parte de la función general de dirección para garantizar que se cumplan las restricciones (requisitos) de calidad. Por ello las autoras consideran que Juan Manuel Cueva Lovelle acertó nuevamente con este concepto emitido.

1.6 Garantía de calidad

La garantía de calidad consiste en la auditoría y las funciones de información de la gestión. El objetivo de la garantía de calidad es proporcionar la gestión para informar de los datos necesarios sobre la calidad del producto por lo que se va adquiriendo una visión más profunda y segura de que la calidad del producto está cumpliendo sus objetivos. Por supuesto, si los datos proporcionados mediante la garantía de calidad identifican problemas, es responsabilidad de la gestión afrontar los problemas y aplicar los recursos necesarios para resolver aspectos de calidad. (Pressman, 2002)

La garantía de calidad del software comprende una gran variedad de tareas, asociadas con dos constitutivos diferentes, los ingenieros de software que realizan trabajo técnico y un grupo de SQA que tiene la responsabilidad de la planificación de garantía de calidad, supervisión, mantenimiento de registros, análisis e informes. Los ingenieros de software afrontan la calidad (y realizan garantía de calidad) aplicando métodos técnicos sólidos y medidas, realizando revisiones técnicas formales y llevando a cabo pruebas de software bien planificadas. (Pressman, 2002)

1.7 Aseguramiento de la Calidad (SQA)

Se ha decidido adoptar el término aseguramiento de la calidad para referirse a garantía, sustentado por la aclaración de Juan Manuel Cueva Lovelle donde: “algunos autores prefieren decir **garantía** de calidad en vez de aseguramiento. Garantía, puede confundir con garantía de productos. Aseguramiento pretende dar confianza en que el producto tiene Calidad.” (Lovelle, 1999) y además porque los estudios realizados de los conceptos de aseguramiento y garantía confirman a las autoras que se habla de un mismo término.

El aseguramiento de la calidad se puede definir como “(...) el conjunto de actividades planificadas y sistemáticas necesarias para aportar la confianza en que el producto (software) satisfará los requisitos dados de calidad.” (Lovelle, 1999)

El aseguramiento de la calidad contiene todas aquellas actividades que se ejecutan con el objetivo de asegurar un nivel de calidad en el producto desarrollado realizándose de forma independiente al equipo de desarrollo. (Pressman, 2002)

El aseguramiento de la calidad es la parte de la gestión de la calidad orientada a proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de calidad. (ISO 9000, 2000).

El aseguramiento de la calidad es una actividad de protección, que se utiliza durante todo el proceso de desarrollo del software. Comprende procedimientos para una mejor aplicación de métodos y herramientas, revisiones técnicas formales, técnicas y estrategias de pruebas, procedimientos de garantía de ajuste a los estándares y mecanismos de medida e información. Y por supuesto, incluye la garantía de que un sistema cumpla las especificaciones y los requisitos para el uso y desempeño deseado. (Dapena, 2005)

En resumen, el aseguramiento de la Calidad, no es más, que un conjunto de tareas que se realizan para dar la seguridad de que el producto va a satisfacer los requisitos de calidad. Contiene una serie de procedimientos que garantizan una mejora en la aplicación de las estrategias de prueba, en las revisiones técnicas formales, en el ajuste a los estándares y mecanismos de medida e información.

Se definen el aseguramiento de la calidad como el esfuerzo total para planear, organizar, dirigir y controlar la calidad en un sistema de producción con el objetivo de dar al cliente productos con la calidad requerida.

➤ **Objetivos del SQA**

El SQA persigue los siguientes objetivos:

- Consiste en una revisión de los productos y su documentación relacionada, para verificar su contenido, corrección, confiabilidad y facilidad de mantenimiento.
- Debe garantizar que un sistema cumpla las especificaciones y los requisitos funcionales para el desempeño deseado.
- Evitar la necesidad de realizar cambios significativos una vez que el producto se ha terminado.
- Desarrollar software que sea fácil de mejorar.
- Garantizar que el proceso se lleve de acuerdo con los estándares establecidos internacionalmente, para ello toma, entre varias herramientas, las Inspecciones para evaluar, verificar y controlar los proyectos en ejecución, que forma parte de los objetivos de las Revisiones Técnico Formales. (Vázquez, y otros, 2008)

➤ **Actividades del Aseguramiento de la Calidad**

Pressman establece actividades encaminadas a la garantía de calidad ellas son el establecimiento de un plan de SQA para un proyecto, participación en el desarrollo de la descripción del proceso de software del proyecto, revisión de las actividades de ingeniería del software para verificar su ajuste al proceso de software definido, auditoría de los productos de software designados para verificar el ajuste con los definidos como parte del proceso del software, asegurar que las desviaciones del trabajo y los productos del software se documentan y se manejan de acuerdo con un procedimiento establecido y por último registrar lo que no se ajuste a los requisitos e informar a sus superiores. (Pressman, 2002)

Las actividades fundamentales que realiza o facilita el grupo de SQA son:

- **Planificación de la calidad:** Consiste en seleccionar, clasificar y ponderar las propiedades de calidad que se van a establecer como requisitos, con respecto al producto y con respecto al proceso. Se elegirán también los mecanismos de control de calidad a utilizar para medir y evaluar estas características, además de determinar las metas a alcanzar.
- **Supervisión de la calidad:** Consiste en supervisar y corregir, si es necesario, el trabajo que se está realizando (según los resultados obtenidos en las actividades de control de calidad), con el objetivo de llegar a satisfacer los requisitos establecidos.
- **Construcción de la calidad:** Actividades constructivas son aquellas que sirven para “construir” la calidad, es decir, son actividades preventivas cuyo objetivo es evitar la introducción de errores

mediante la puesta en práctica de ciertos principios, métodos, formalismos y herramientas. (Almira, 2009)

1.7.2 Plan de Aseguramiento de la Calidad

Un plan de aseguramiento de la calidad es una plantilla en la que se recogen un conjunto de elementos, tales como, documentación, métricas, estándares y guías, revisiones y auditorías, pruebas, gestión de la configuración, entrenamiento, etc., los cuales deben seguirse para asegurar la calidad que requiere cada producto en conjunto con la satisfacción implícita del cliente.

El plan de SQA proporciona un mapa para institucionalizar la garantía de calidad del software. El plan, desarrollado por un grupo de SQA, sirve como plantilla para actividades de SQA instituidas para cada proyecto de software. (Pressman, 2002)

El plan de aseguramiento de calidad generado por un grupo de aseguramiento de un proyecto sirve como guía para el desarrollo e institución de las actividades de aseguramiento de la calidad. Un plan de aseguramiento debe contener por lo general:

- Objetivos de la calidad del proyecto y su enfoque para su consecución.
- Documentación referenciada en el plan.
- Gestión del aseguramiento de la calidad.
- Documentación de desarrollo y de control o gestión.
- Estándares, normas o prácticas que hay que cumplir.
- Actividades de revisión y auditorías.
- Gestión de la configuración del software.
- Informes de problemas
- Pruebas
- Herramientas, técnicas y métodos de apoyo.
- Recogida, mantenimiento y almacenamiento de datos sobre la documentación de actividades de aseguramiento de la calidad realizadas en el proyecto.

A estos puntos se pueden añadir otros en dependencia del proyecto según lo estime conveniente el grupo de aseguramiento de la calidad del mismo.

La implementación del plan ayuda a corregir los errores en una etapa temprana del desarrollo del software, pues proporciona diversos mecanismos que favorecen la garantía de la calidad, evitando que con el avance del proyecto estos errores sean más costosos y difíciles de eliminar.

1.7.2.1 Verificación y validación

La verificación y la validación dentro del proceso de desarrollo de software permiten comprobar si los productos construidos en una fase del ciclo de desarrollo del software satisfacen los requisitos y comprobar si el software construido satisface los requisitos del usuario, respectivamente.

Un concepto bien definido es el emitido por Roger S. Pressman donde "(...) la verificación y la validación abarcan una amplia lista de actividades SQA que incluye: revisiones técnicas formales, auditorías de calidad y de configuración, monitorización de rendimientos, simulación, estudios de factibilidad, revisión de la documentación, revisión de la base de datos, análisis algorítmico, pruebas de desarrollo, pruebas de validación y pruebas de instalación." (Pressman, 2002).

➤ Revisiones y Auditorías

Las revisiones según el estándar ANSI/IEEE se define como: evaluación de un elemento para determinar diferencias con los resultados planeados y recomendar mejoras. (IEEE, 1989)

Las revisiones del software son un filtro para el proceso de ingeniería del software. Esto es, las revisiones se aplican en varios momentos del desarrollo del software y sirven para detectar errores y defectos que puedan así ser eliminados. Las revisiones del software sirven para purificar las actividades de ingeniería del software que suceden como resultado del análisis, el diseño y la codificación. (Pressman, 2002).

Existen varios tipos de revisiones que pueden llevarse a cabo durante el proceso de desarrollo de software (Agüero, 2008):

- Reuniones Informales: Una reunión que tiene lugar alrededor de una máquina, u otro espacio en cual se discuten problemas técnicos.
- Presentación formal: Una presentación formal de un diseño de software, una aplicación o cualquier producto de trabajo que se realiza bajo la audiencia de clientes, ejecutivos o personal técnico.

Capítulo 1: Fundamentación Teórica

- Revisiones técnicas formales: Actividad desarrollada por los ingenieros del software que tiene como objetivos descubrir errores en la función, la lógica o la implementación de cualquier representación de software; verificar que el software bajo revisión alcanza los requisitos; garantizar que el software ha sido representado de acuerdo con varios estándares predefinidos; conseguir un software desarrollado de forma uniforme.
- Las revisiones Pass Around: Revisión informal en la cual el autor distribuye el documento a varias personas para su revisión. La efectividad de este método depende del conocimiento y motivación de los revisores.
- Las revisiones Peer Check: Revisión informal en la que una persona además del autor revisa el documento. El éxito de este método depende exclusivamente de la motivación y conocimiento del revisor.

De forma general para realizar cualquier tipo de revisión según Pressman “(...) es recomendable definir un proceso general aplicable. A continuación se muestran un conjunto de pasos que pueden tenerse en cuenta para el desarrollo de revisiones:

1. Realizar las revisiones de acuerdo con el Plan de Proyecto.
2. Definir el producto a revisar.
3. Definir día y hora para la revisión.
4. Determinar qué es necesario y quién debe hacerlo.
5. Definir el tipo de revisión a realizar.
6. Identificar a las personas que deben participar e invitarlas indicándole su responsabilidad en la revisión.
7. Si se realiza una reunión definir quién la organizará. Desarrollar una agenda de la reunión.
8. Definir qué se debe hacer durante la revisión y quién debe hacerlo.
9. Definir los criterios de éxito para la revisión (cuándo se puede decir que la revisión va a finalizar).
10. Identificar y almacenar los resultados que deben conservarse de la revisión.”

Las auditorías según el estándar ISO 19011 se define como: proceso sistemático, independiente y documentado para evaluar el estado actual (evidencias de la auditoría) y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar la extensión en que se cumplen los criterios de auditoría. (ISO, 2002)

Capítulo 1: Fundamentación Teórica

Según el modelo de calidad de la Corporación Uneca S.A definen Auditoría de la Calidad como: “Examen metódico e independiente que se realiza para determinar si las actividades y los resultados relativos a la calidad cumplen las disposiciones previamente establecidas en los documentos del Sistema de la Calidad, y si estas disposiciones están implantadas de forma efectiva y son adecuadas para alcanzar los objetivos”. (Manual de Calidad, 1999)

➤ Pruebas

Las pruebas son actividades en las cuales un sistema o sus componentes se ejecutan en circunstancias previamente especificadas, los resultados se observan, registran y se realiza una evaluación de algún aspecto. (Agüero, 2008)

Algunos principios de las pruebas recogen lo siguiente (Agüero, 2008):

- Las pruebas deberían planificarse mucho antes de que comiencen.
- No son posibles las pruebas exhaustivas.
- El número de permutaciones de camino para incluso programas pequeños es excepcionalmente grande. Por ese motivo es imposible ejecutar todas las combinaciones de caminos durante las pruebas.
- Para ser más eficaces, las pruebas deberían ser realizadas por un equipo independiente: El ingeniero de software que creó el sistema no es el más adecuado para realizar las pruebas del software, ya que consciente o inconscientemente tiende a probar lo que sabe que funciona.

Existen varios tipos de pruebas que pueden realizarse durante el proceso de desarrollo de software, ellas son (Agüero, 2008):

- Unitarias: Pretenden probar cada función en un archivo de programa simple (una clase en terminología de objetos).
- Integración: Pretenden comprobar la integración de los componentes, es decir, la comunicación a través de interfaces, acceso incoherente a estructuras de datos globales.

Las pruebas de integración pueden realizarse de forma ascendente o descendente:

- Validación: Pretende comprobar que se satisfacen los requisitos.
- Sistema: Se centran en comprobar la recuperación, seguridad, resistencia, rendimiento.

Asociado a los tipos de pruebas existen también técnicas de pruebas que ayudan a definir conjuntos de casos de pruebas aplicando ciertos criterios, como son:

- Pruebas de caja blanca: Se centran en comprobar la interacción interna de los componentes del sistema.
- Pruebas de caja negra: “Se centran en los requisitos funcionales del software. O sea, la prueba de caja negra permite al ingeniero del software obtener un conjunto de condiciones de entrada que ejerciten completamente todos los requisitos”. (Pressman, 2005)

Cada uno de estos temas de prueba junto con otros como las estrategias de prueba, el plan de prueba, casos de prueba, entre otros, pudieran ser abordados con más profundidad, pero eso está fuera del alcance de este artículo.

Las pruebas constituyen el último bastión desde el que se puede evaluar la calidad y, de forma más programática, descubrir los errores. Pero las pruebas no deben ser vistas como una red de seguridad. Como se suele decir: “No se puede probar la calidad. Si no está ahí antes de comenzar la prueba, no estará cuando se termine.”

La calidad se incorpora en el software durante el proceso de ingeniería del software. La aplicación adecuada de los métodos y de las herramientas, las revisiones técnicas formales efectivas y una sólida gestión y medición, conducen a la calidad, que se confirma durante las pruebas. (Pressman, 2002)

1.7.2.2 Métricas del software

La única forma racional de mejorar cualquier proceso es medir atributos del proceso, desarrollar un juego de métricas significativas según estos atributos y entonces utilizar las métricas para proporcionar indicadores que conducirán a una estrategia de mejora. (Pressman, 2002)

Las métricas del proceso de software se utilizan para propósitos estratégicos. Las medidas del proyecto de software son tácticas. Esto es, las métricas de proyectos y los indicadores derivados de ellos utilizan un gestor de proyectos y un equipo de software para adaptar el flujo del trabajo del proyecto y las actividades técnicas. (Pressman, 2002)

Las métricas pueden ser utilizadas para la evaluación de las características del software. Las métricas del software pueden definirse como: Una serie de medidas o pasos que ayudan a definir con mayor exactitud el desarrollo y calidad de un producto.

Capítulo 1: Fundamentación Teórica

Las métricas pueden agruparse según varias clasificaciones (métricas orientadas al software, proyecto, proceso y personas de forma genérica), a continuación se enuncian algunas de las clasificaciones para las métricas.

- Métricas técnicas: Se centran en las características de software por ejemplo: la complejidad lógica, el grado de modularidad. Mide la estructura del sistema, el cómo está hecho (no en cómo se obtiene).
- Métricas de calidad: Proporcionan una indicación de cómo se ajusta el software a los requisitos implícitos y explícitos del cliente. Es decir, cómo voy a medir para que mi sistema se adapte a los requisitos que me pide el cliente.
- Métricas de productividad: Se centran en el rendimiento del proceso de la ingeniería del software. Es decir, que tan productivo va a ser el software que voy a diseñar.
- Métricas orientadas a la persona: Proporcionan medidas e información sobre la forma en que las personas desarrollan el software de computadoras y sobre todo el punto de vista humano de la efectividad de las herramientas y métodos. Son las medidas que se harán del personal que va a realizar el sistema.
- Métricas orientadas al tamaño: Para saber en qué tiempo se va a terminar el software y cuántas personas se van a necesitar. Son medidas directas al software y el proceso por el cual se desarrolla, si una organización de software mantiene registros sencillos, se puede crear una tabla de datos orientados al tamaño.
- Métricas orientadas a la función: Son medidas indirectas del software y del proceso por el cual se desarrolla. En lugar de calcularlas, las líneas de código (LDC), las métricas orientadas a la función se centran en la funcionalidad o utilidad del programa. (Agüero, 2008)

Las métricas no son más que un conjunto de mediciones que permiten a personas implicadas en el proyecto conocer de forma cuantitativa datos que se utilizan para la mejora del proceso de software. Las autoras de este trabajo consideran que la métrica de calidad es una de las más importantes debido a que son las que llevan implícitas lo que el cliente desea y cómo los responsables del producto final se adecuan a estos requisitos del usuario. Además, el objetivo principal de un proyecto cuando está inmerso dentro del proceso de calidad debe ser medir errores y defectos, una vez medidos es más fácil controlarlos y de esta forma se garantiza la efectividad de las actividades de control y de aseguramiento de la calidad.

De forma general las métricas, hace reflexionar al ingeniero Dennis Neuland Agüero, “(...) permiten que los desarrolladores y líderes de proyectos mejoren el proceso de software, planifiquen y evalúen la calidad del producto. Proporcionan además una visión estratégica de la efectividad de un proceso de software”. (Agüero, 2008)

1.7.2.3 Estándares y Modelos

1.7.2.3.1 ISO.

ISO es la denominación que recibe la Agencia Internacional de Normalización (International Organization for Standardization) que agrupa en su seno cerca de cien países.

- **ISO 8402:** El ISO 8402, en su glosario de términos, define el Aseguramiento de la Calidad de la siguiente manera: “(...) todas las acciones sistemáticamente planificadas en una empresa, necesarias para proveer una adecuada confianza de que los productos o servicios puedan satisfacer determinados requerimientos de Calidad.”
- **ISO 12119:** Se definen los requisitos de calidad e instrucciones para la realización de pruebas. Además de explicar diferentes métodos de testeo, determina los detalles que debe respetar todo paquete de software. Algunos de ellos son: documentación para el usuario de fácil comprensión, que incluya un índice y un manual de instalación. Que el software le informe si el programa fue correctamente instalado. Función de ayuda con recursos de hipertextos. Mensajes de error con información necesaria para su solución. Identificación de los archivos del sistema operativo usados por el programa. Capacidad de interrumpir un proceso demorado, sin que se cuelgue el equipo. Posibilidad de anular funciones de efectos irreversibles, como borrar.
- **Serie ISO 9000:** La importancia de la aplicación de las normas ISO 9000 para el desarrollo e implementación de sistemas de aseguramiento de la calidad radica en que son normas prácticas, no normas académicas. Por su sencillez han permitido su aplicación generalizada sobre todo en pequeñas y medianas empresas. Siendo la calidad hoy uno de los factores esenciales de la competencia en cualquier actividad, se ha generado la necesidad de implementar sistemas normalizados de aseguramiento de la calidad. Las normas ISO 9000 brindan el marco que permite evaluar razonablemente por parte de terceros la efectividad del sistema. ¿Qué son las normas ISO Serie 9000? La serie ISO 9000 es un conjunto de cinco normas relacionadas entre sí, son normas genéricas, no específicas que permiten ser usadas en cualquier actividad ya sea industrial o de

Capítulo 1: Fundamentación Teórica

servicios. Por su sencillez han permitido su aplicación generalizada sobre todo en pequeñas y medianas empresas. Brindan el marco para documentar en forma efectiva los distintos elementos de un sistema de calidad y mantener la eficiencia del mismo dentro de la organización. La serie de normas ISO destinadas al aseguramiento de la calidad está formada por distintas normas armonizadas entre sí. Las mismas son:

- **ISO 9000:** Cumple el papel de eje distribuidor y distribuidor del sistema. Expone el alcance real de la serie. Define la filosofía general de las normas los distintos tipos, niveles y pautas para la aplicación de las distintas normas.
- **ISO 9001:** Se aplica cuando la empresa debe responsabilizarse por todas las etapas del ciclo, es decir: diseño, desarrollo y elaboración.
- **ISO 9002:** Se aplica cuando las características del bien o servicio son definidas por el cliente.
- **ISO 9003:** Cubre las obligaciones de aseguramiento de calidad en las áreas de control final y pruebas. Es de limitada aplicación por lo que existen planes para su eliminación. En los casos de exigencia contractual las normas aplicables son las normas ISO 9001/2/3. La norma a aplicar depende del alcance de la actividad de la empresa, no de una elección a voluntad.
- **ISO 9004-1/ ISO 9004-2:** Establecen condiciones y pautas para guiar a las empresas en la implementación de su propio sistema de aseguramiento de calidad. Su desarrollo no es válido para certificación o registro. Complementan la serie de normas ISO 9000 las siguientes:
- **ISO 8402:** Vocabulario. Clarifica y normaliza los términos relativos a la calidad.
- **ISO10011-1:** Auditoría. Establece los principios básicos, criterios y prácticas de una auditoría y provee lineamientos para establecer, planificar, realizar y documentar auditorías de sistemas de la calidad.
- **ISO10011-2:** Criterios para la calificación de auditores. A fin de que las auditorías de los sistemas de calidad sean conducidas en forma uniforme y efectiva se ha desarrollado esta norma que constituye una guía sobre los criterios de calificación de auditores.
- **ISO10011-3:** Gestión de programas de auditoría. Define los lineamientos básicos para administrar programas de auditorías de sistemas de la calidad.

- **ISO10013:** Guía para la elaboración de manuales de calidad. Además de estas existe la norma ISO 9126 (9126 2001) con cada una de sus partes.
- **ISO 9126-1:** Modelo de Calidad. Define cada unos de los objetivos de calidad. Sintetiza una serie de características que deben reunir los programas para que sean considerados de calidad.
- **ISO 9126-2:** Métricas Externas. Define métricas para evaluar el comportamiento del sistema mediante el ensayo.
- **ISO 9126-3:** Métricas Internas. Define métricas para aplicarse a productos de software no ejecutables (como especificación o código fuente) durante el diseño y la programación. Lo que permite evaluar la calidad desde las etapas más tempranas.
- **ISO 9126-4:** Métricas de Calidad en el Uso. Define métricas para medir hasta qué punto el producto satisface las necesidades de los usuarios para lograr las metas especificadas con la efectividad, productividad, seguridad y satisfacción en un contexto determinado de uso. (Santana, 2008)

1.7.2.3.2 IEEE.

Dentro de la serie de normas del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) sobre software algunos estándares ANSI/IEEE están orientados al SQA a nivel de proyecto.

- **Estándar 730:** Proporciona la estructura de la documentación del Plan de Aseguramiento de la Calidad.
- **Estándar 1061:** Definición de métricas para productos y para procesos, así como procedimientos para recogida de valores de métricas. Existen también estándares para otras actividades relacionadas con la calidad, como pruebas, verificación, validación y revisiones, entre los que se destacan los siguientes, que son los fundamentales para este trabajo investigativo.
- **IEEE STD-829:** Estándar para documentación de pruebas de software. Este estándar describe un conjunto de documentos de prueba que están asociadas con los aspectos dinámicos de software ensayo (es decir, la ejecución de los procedimientos y el código). El propósito del Plan de Pruebas es explicar el alcance, enfoque, recursos requeridos, calendario, responsables y manejo de riesgos de un proceso de pruebas.

- **IEEE STD-1012:** Estándar para la planificación de verificación y validación de software. Los planes de validación y verificación se utilizan para determinar si el producto software desarrollado se ajusta a sus requisitos, y si cumple con las expectativas del usuario.
- **IEEE STD-1028:** Estándar para Revisiones y Auditorías del Software. Define procedimientos para definir y llevar a cabo procesos de revisión y auditoría del software. Describe cinco tipos de revisiones y auditorías que se pueden utilizar. Incluye tanto al producto como al proceso de software. No prescribe el uso de revisiones ni auditorías particulares. (Santana, 2008)

1.7.2.3 Modelo de calidad CMMI.

Los modelos de calidad son sistemas basados en estudios experimentales de mejores prácticas que ayudan a la organización e implantación de un sistema de calidad, pueden ser utilizados para construir mejores productos y asegurar su calidad. Los modelos de calidad se dividen en modelos de referencia, que indican cuáles son las prácticas pero no cómo se consiguen, y los modelos de implantación que se enfocan en cómo se consiguen estas prácticas. Construir un modelo de calidad es bastante complejo y es usual que los modelos descompongan la calidad del producto software jerárquicamente en una serie de características y sub características que pueden usarse como una lista de comprobación de aspectos relacionados con la calidad. Uno de los modelos de calidad más utilizado es CMMI o Capability Maturity Model Integration, es un modelo de referencia, se distingue de otros modelos por el hecho de estar basado en prácticas ajustables a cualquier dominio de producción y poseer un enfoque global e integrado de la organización, con el propósito de alcanzar los objetivos del negocio para la mejora o evaluación de los procesos de desarrollo y mantenimiento de sistemas y productos de software. Fue desarrollado por el Instituto de Ingeniería del Software (SEI) de la Universidad Carnegie Mellon y publicado en su primera versión en enero de 2002.

➤ **Capability Maturity Model Integration (CMMI)**

El modelo para software (SW-CMM) establece 5 niveles de madurez para clasificar a las organizaciones, en función de qué áreas de procesos consiguen sus objetivos y se gestionan con principios de ingeniería. Es lo que se denomina un modelo *escalonado*, o centrado en la madurez de la organización. El modelo para ingeniería de sistemas (SE-CMM) establece 6 niveles posibles de capacidad para una de las 18 áreas de proceso implicadas en la ingeniería de sistemas. No agrupa los procesos en 5 tramos para definir el nivel de madurez de la organización, sino que directamente analiza la capacidad de cada proceso por separado. Es lo que se denomina un modelo *continuo*.

Capítulo 1: Fundamentación Teórica

En el equipo de desarrollo de CMMI había defensores de ambos tipos de representaciones. El resultado fue la publicación del modelo con dos representaciones: *continua* y *escalonada*. Son equivalentes, y cada organización puede optar por adoptar la que se adapte a sus características y prioridades de mejora. (Palacio, 2006) La visión *continua* de una organización mostrará la representación de nivel de capacidad de cada una de las áreas de proceso del modelo. La visión *escalonada* definirá a la organización dándole en su conjunto un nivel de madurez del 1 al 5.

Los 6 niveles definidos en CMMI para medir la capacidad de los procesos son:

1. **Incompleto:** El proceso no se realiza, o no se consiguen sus objetivos.
2. **Ejecutado:** El proceso se ejecuta y se logra su objetivo.
3. **Gestionado:** Además de ejecutarse, el proceso se planifica, se revisa y se evalúa para comprobar que cumple los requisitos.
4. **Definido:** Además de ser un proceso gestionado se ajusta a la política de procesos que existe en la organización, alineada con las directivas de la empresa.
5. **Cuantitativamente gestionado:** Además de ser un proceso definido se controla utilizando técnicas cuantitativas.
6. **Optimizado:** Además de ser un proceso cuantitativamente gestionado, de forma sistemática se revisa y modifica o cambia para adaptarlo a los objetivos del negocio.

Los 5 niveles definidos para determinar la madurez de la organización son:

1. **Inicial:** Los resultados de calidad obtenidos son consecuencia de las personas y de las herramientas que emplean. No de los procesos, porque o no los hay o no se emplean.
2. **Administrado:** Se considera un nivel 2 de madurez cuando se llevan a cabo prácticas básicas de gestión de proyectos, de gestión de requisitos, control de versiones y de los trabajos realizados por subcontratistas. Los equipos de los proyectos pueden aprovechar las prácticas realizadas para aplicarlas en nuevos proyectos.
3. **Definido:** Los procesos comunes para desarrollo y mantenimiento del software están documentados de manera suficiente en una biblioteca accesible a los equipos de desarrollo. Las personas han recibido la formación necesaria para comprender los procesos.

4. **Cuantitativamente administrado:** La organización mide la calidad del producto y del proceso de forma cuantitativa sobre la base de métricas establecidas. La capacidad de los procesos empleados es previsible, y el sistema de medición permite detectar si las variaciones de capacidad exceden los rangos aceptables para adoptar medidas correctivas.
5. **Optimizado:** La mejora continua de los procesos afecta a toda la organización, que cuenta con medios para identificar las debilidades y reforzar la prevención de defectos. Se analizan de forma sistemática datos relativos a la eficacia de los procesos de software para analizar el coste y el beneficio de las adaptaciones y las mejoras. Se analizan los defectos de los proyectos para determinar las causas, y su mapeado sobre los procesos.

Cada nivel de capacidad tiene asociados objetivos y prácticas genéricas así como objetivos y prácticas específicas, pero ¿Qué son estos?

Objetivos: Los objetivos genéricos asociados a un nivel de capacidad establecen lo que una organización debe alcanzar en ese nivel de capacidad. El logro de cada uno de esos objetivos en un área de proceso significa mejorar el control en la ejecución del área de proceso. Los objetivos específicos se aplican a una única área de proceso y localizan las particularidades que describen que se debe implementar para satisfacer el propósito del área de proceso. (Palacio, 2006)

Prácticas: Una práctica genérica se aplica a cualquier área de proceso porque puede mejorar el funcionamiento y el control de cualquier proceso. Las prácticas específicas describen las actividades esperadas para lograr la meta específica de un área de proceso.

CMMI identifica 22 áreas de procesos. Un área de proceso es un conjunto de prácticas relativas a un área, que desarrolladas de manera colectiva, satisfacen un conjunto de objetivos considerados importantes para hacer una mejora en dicha área. Estas áreas de procesos vistas desde la representación continua del modelo, se agrupan en 4 categorías según su finalidad: Gestión de proyectos, Ingeniería, Gestión de procesos y Soporte a las otras categorías. Vistas desde la representación escalonada, se clasifican en los 5 niveles de madurez. Al nivel de madurez 2 pertenecen las áreas de proceso cuyos objetivos debe lograr la organización para alcanzarlo, esto mismo pasa con los niveles 3, 4 y 5. Las áreas de procesos vinculadas al nivel 2 de CMMI son:

- Gestión de acuerdos con proveedores
- Administración de Requisitos

- Aseguramiento de la calidad de procesos y productos (PPQA)
- Gestión de la configuración
- Planificación de proyectos
- Monitorización y Control de proyectos
- Medición y Análisis

➤ **Área de proceso Aseguramiento de la Calidad de los Procesos y Productos**

Para una mejor comprensión del área de proceso de CMMI de Aseguramiento de la calidad de los productos y procesos, se hace un breve resumen de los aspectos que se plantean en esta y se vinculan las actividades de aseguramiento (revisión y auditoría) del centro con los objetivos y metas de la misma. El propósito del área de proceso del Aseguramiento de la calidad del Proceso y de Producto (PPQA) es proporcionar una visión objetiva al personal y a la dirección, sobre los procesos que se desarrollan y los productos de trabajo asociados. Esta área de proceso apoya la entrega de productos y servicios de buena calidad proporcionando al personal de todos los niveles y gerentes del proyecto la visibilidad apropiada y retroalimentación de procesos y productos de trabajo asociados a lo largo de la vida del proyecto. Las prácticas del área de proceso PPQA aseguran que los procesos planeados sean implementados. Según se plantea en el documento IPP-3520_2009 Libro de Proceso para PPQA v.5 la política de PPQA establece como metas específicas:

1. Evaluar objetivamente adherencia a procesos y productos de trabajo.
2. Asegurar la resolución de las no conformidades detectadas.
3. Registrar y comunicar los resultados de las evaluaciones y el análisis de tendencias. Además, establece como principales sub procesos:
 - Planear PPQA.
 - Evaluación de la adherencia a procesos y productos.
 - Seguimiento/escalamiento de no conformidades.
 - Análisis de Resultados.

La integridad en el Aseguramiento de la Calidad del Proceso y del Producto es crítico para el éxito del proyecto. Los ejemplos de maneras de realizar las evaluaciones objetivas incluyen a lo siguiente:

- Las auditorías formales se deben realizar por una organización separada de las organizaciones de aseguramiento de la calidad.
- Revisiones que pueden realizarse a los varios niveles de formalidad.
- Revisiones profundas al lugar de trabajo.
- Distribuir revisiones y comentarios de productos de trabajo.

Por ejemplo, llevando a cabo un par de revisiones como un método de evaluación objetivo:

- Los miembros están especializados y se asignan roles para las personas que asisten a las revisiones.
- Un miembro de la revisión que no produjo este producto se asigna realice el papel de asegurador de calidad.
- Las listas de chequeo están disponibles para apoyar la actividad de aseguramiento de la calidad.
- Se graban los defectos como la parte del informe de revisión y son rastreados y llevados fuera del proyecto cuando sea necesario.

Si el Aseguramiento de la Calidad es incluido en el proceso, varios problemas deben ser dirigidos para asegurar la objetividad. Todo el que lleve a cabo las actividades de aseguramiento de la calidad de software debe ser entrenado en el aseguramiento de la calidad. Aquellos que estén vinculados al aseguramiento de la calidad del producto deben estar separados de aquellos que están directamente vinculados al desarrollo o mantenimiento del producto. El aseguramiento de la calidad debe empezar en las fases tempranas de un proyecto estableciendo los planes, procesos, normas, y procedimientos que le dará valor al proyecto y satisfará los requisitos del proyecto y las políticas de la organización.

Esta representación del aseguramiento de la calidad estará presente en el establecimiento de planes, procesos, normas y procedimientos, para asegurar que estos encajan en las necesidades del proyecto, y que serán utilizados para realizar evaluaciones a la calidad del software. (Almira, 2009)

1.7.3 Estudio de soluciones existentes

En todo proyecto o empresa de software es necesario crear un plan de aseguramiento de la calidad que rijan cada una de las actividades de aseguramiento que se lleven a cabo durante el ciclo de vida del proyecto. A nivel mundial existen miles de planes de aseguramiento, estos son regidos por el estándar

730 de la IEEE, pero esto no significa que deban ser exactamente iguales al estándar pues no todos los proyectos son iguales y al igual que cada proyecto necesita de una determinada arquitectura, necesitará de un plan específico que permita asegurar su calidad y que se adapte a la metodología usada por el mismo. Algunas metodologías de desarrollo de software proponen como una actividad fundamental del grupo SQA, planificar la calidad, tal es el caso de Scrum que define un artefacto llamado Plan de Calidad, que recoge en él todas las actividades de aseguramiento y control de calidad a desarrollar durante el ciclo de vida del proyecto, por su parte RUP propone que el aseguramiento de la calidad debe comenzar desde las primeras etapas del ciclo de vida del software, para esto define un artefacto llamado Plan de Aseguramiento de la Calidad, que tiene como principal responsable de su creación al líder o gerente de proyecto, en el mismo se recogen las actividades de aseguramiento y control de la calidad, y se vincula con otros artefactos, es válido destacar que la metodología propone este artefacto pero es opcional hacerlo puesto que existen otros artefactos que pueden contener la información del mismo. XP por su parte garantiza la calidad del producto mediante pruebas funcionales y de aceptación, pero no propone ningún artefacto que agrupe todas las actividades de aseguramiento de la calidad. En el desarrollo de este trabajo se ha realizado un estudio de otros planes existentes, observando los elementos que se deben tener en cuenta a la hora de realizar una propuesta de un plan de aseguramiento de la calidad y así conformar la propuesta. (Almira, 2009)

1.7.3.1 Comportamiento de los Planes de Aseguramiento de la Calidad en el Mundo

- El IEEE Std.730-1998 ha recomendado un estándar para los planes de SQA. Las **secciones iniciales** describen el propósito y el alcance del documento e indican aquellas actividades del proceso del software cubiertas por la garantía de calidad. Se listan todos los documentos señalados en el plan de SQA y se destacan todos los estándares aplicables. La **sección de Gestión** del plan describe la situación de la SQA dentro de la estructura organizativa; las tareas y las actividades de SQA y su emplazamiento a lo largo del proceso del software; así como los papeles y responsabilidades organizativas relativas a la calidad del producto. La **sección de Documentación** describe (por referencia) cada uno de los productos de trabajo producidos como parte del proceso de software. Entre estos se incluyen: documentos del proyecto (por ejemplo: plan del proyecto), modelos (por ejemplo: DERs, jerarquías de clases), documentos técnicos (por ejemplo: especificaciones, planes de prueba), documentos de usuario (por ejemplo: archivos de ayuda). Además, esta sección define el conjunto mínimo de productos de trabajo que se pueden aceptar para lograr alta calidad. Los

estándares, prácticas y convenciones muestran todos los estándares/prácticas que se aplican durante el proceso de software (por ejemplo: estándares de documentos, estándares de codificación y directrices de revisión). Además, se listan todos los proyectos, procesos y (en algunos casos) métricas de producto que se van a recoger como parte del trabajo de ingeniería del software. La **sección Revisiones y Auditorías** del plan identifica las revisiones y auditorías que se van a llevar a cabo por el equipo de ingeniería del software, el grupo de SQA y el cliente. Proporciona una visión general del enfoque de cada revisión y auditoría. La **sección Prueba** hace referencia al Plan y Procedimiento de Pruebas del Software. También define requisitos de mantenimiento de registros de pruebas. La Información sobre problemas y acción correctiva define procedimientos para informar, hacer seguimiento y resolver errores y defectos, e identifica las responsabilidades organizativas para estas actividades. El resto del plan de SQA **identifica las herramientas y métodos** que soportan actividades y tareas de SQA; hace referencia a **los procedimientos de gestión de configuración del software** para controlar el cambio; **define un enfoque de gestión de contratos**; establece métodos para reunir, salvaguardar y mantener todos los registros; identifica la formación que se requiere para cumplir las necesidades del plan y define métodos para identificar, evaluar, supervisar y controlar riesgos. (Pressman, 2002)

- El IEEE proporciona un estándar (Std. 730-2002) para planes de aseguramiento de la calidad, el mismo es una revisión de un estándar anterior (Std.730-1998), este propone una serie de secciones, las cuales se describen en el [ANEXO 1](#). (Almira, 2009)
- Una de las actividades propuestas por Pressman para asegurar la calidad es el establecimiento de un plan de SQA para un proyecto. “(...) El plan se desarrolla durante la planificación del proyecto y es revisado por todas las partes interesadas. Las actividades de garantía de calidad realizadas por el equipo de ingeniería del software y el grupo SQA son gobernadas por el plan. El plan identifica” (Pressman, 2002):
 - evaluaciones a realizar
 - auditorías y revisiones a realizar
 - estándares que se pueden aplicar al proyecto
 - procedimientos para información y seguimiento de errores
 - documentos producidos por el grupo SQA

- realimentación de información proporcionada al equipo de proyecto del software.

1.7.3.2 Comportamiento de los Planes de Aseguramiento de la Calidad en la nación. Plan de aseguramiento propuesto por el grupo SQA de la UCI.

El grupo de SQA de la Universidad de las Ciencias Informáticas se basa en el estándar Std. 730-1998 de la IEEE para conformar el plan de aseguramiento para los proyectos de la misma. En el [ANEXO 2](#) se puede encontrar el Plan de Aseguramiento de la Calidad el cual no contempla algunos elementos que fueron propuestos en el estándar dado por la IEEE en el año 2002 como son el Control de Código, el Control del Proveedor y el Control de los Medios, esto se debe a que cada proyecto que se desarrolla en la UCI no funciona como una empresa, estos puntos son establecidos para proyectos que sí funcionan como ella. Sin embargo, están presentes aspectos como objetivos de la calidad que no fueron establecidos por el estándar. Este plan es de cierta forma una guía para que todos los proyectos de la UCI estandaricen el aseguramiento de la calidad, con el objetivo de obtener software a la altura de verdaderos profesionales y con ello garantizar que los clientes se sientan satisfechos con el producto que reciban, es por ello que servirá como guía para desarrollar la Propuesta de Plan de Aseguramiento para el Departamento de Producción de Materiales Educativos del Centro de Tecnologías para la Formación.

1.8 Misión y objetivos del Centro de Tecnologías para la Formación.

El Centro de Tecnologías para la Formación tiene la misión de desarrollar tecnologías que permitan ofrecer servicios y productos para la implementación de soluciones de formación aplicando las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, a todo tipo de instituciones con diferentes modelos de formación y condiciones tecnológicas, garantizando la calidad de las soluciones y la formación de los recursos humanos a partir de investigaciones que combinen los elementos pedagógicos y tecnológicos más avanzados, integrando así los procesos de formación, producción, investigación y comercialización.

Para el Centro se plantean los siguientes objetivos:

- Proveer soluciones integrales de formación con el uso intensivo de las tecnologías de la información y las comunicaciones.
- Diseñar y desarrollar proyectos de formación con el uso de las tecnologías según las necesidades de instituciones y organismos.

- Desarrollar materiales y herramientas educativas para diferentes modelos de formación y condiciones tecnológicas.
- Definir lineamientos de arquitectura que promuevan el desarrollo de productos utilizando plataformas libres y estándares de e-learning.
- Mantener la vigilancia tecnológica sobre las principales tendencias en esta área y centrar una comunidad de profesionales interesados en el tema que permita la transferencia de conocimiento.
- Fomentar la participación activa de los desarrolladores y usuarios de América Latina y el Caribe en el desarrollo, mejora y adaptación de las soluciones. (Vanega, 2010)

1.8.1 Estructura del Centro de Tecnologías para la Formación

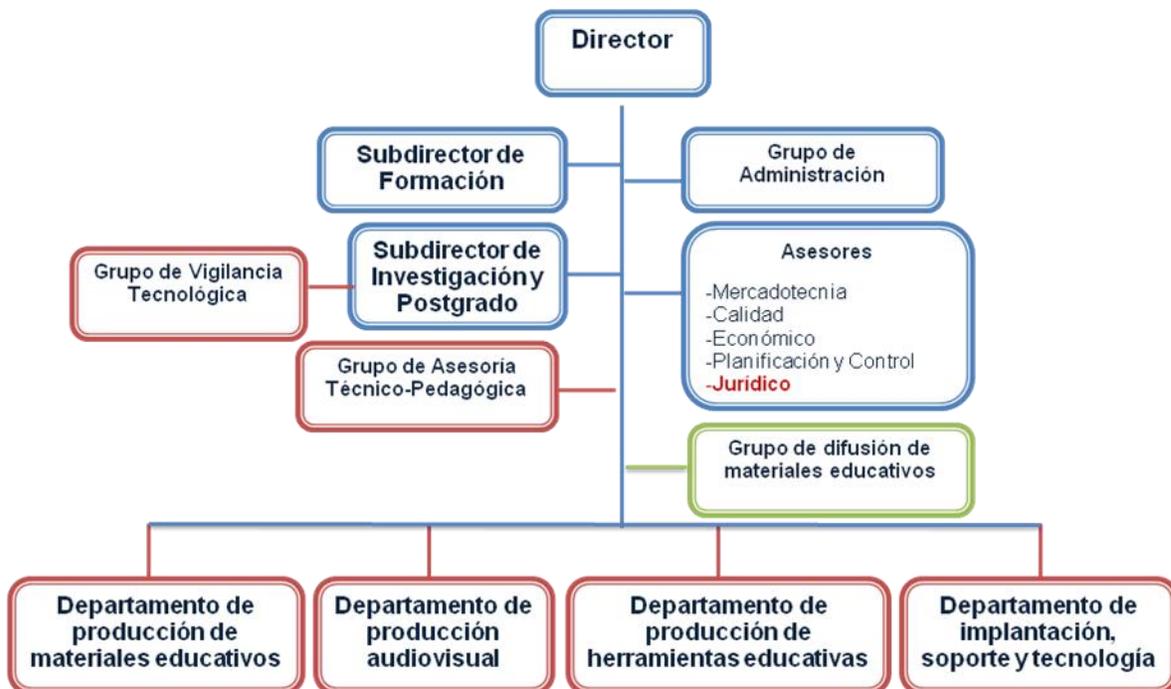


Figura 1 Estructura del Centro de Tecnologías para la Formación.

1.8.1.1 Departamento de Producción de Materiales Educativos del Centro de Tecnologías para la Formación.

El Departamento de Producción de Materiales Educativos está conformado por 5 proyectos, ellos son Multisaber/Navegante, Dolphin, Cuentos Infantiles, Simuladores y Recursos Didácticos. (Vanega, 2010)

Durante el proceso de producción se pone en contacto a los especialistas en el área de dirección, pedagógica y técnica, que ofrecen la solución al cliente mediante materiales educativos con salida en diferentes formatos y soporte. El proceso de producción desarrollado por el equipo técnico-pedagógico incluye el diseño instruccional, diseño gráfico y la gestión y evaluación de los recursos a utilizar. Los materiales a producir pueden ser guías didácticas, entrenadores, tutoriales, simulaciones, juegos instructivos, cursos, multimedia, objetos de aprendizaje, entre otros. (Vanega, 2010)

1.8.1.1 Problemática en el Departamento de Producción de Materiales Educativos del Centro de Tecnologías para la Formación.

Para determinar los problemas existentes en el Departamento de Producción de Materiales Educativos del Centro de Tecnología para la Formación, se concretó observar el comportamiento de algunos planes de aseguramiento (documentos clasificados) de proyectos pertenecientes al Departamento a través de una lista de chequeo, su procedencia tiene carácter confidencial. A partir de este estudio se detectaron una serie de problemas que se manifiestan de forma diferente en todos los proyectos. Ellos son:

- Existen proyectos que no cuentan con un plan de SQA.
- Existen proyectos que no tienen los objetivos de calidad correctamente definidos.
- Descripción de roles de calidad que no cumplen objetivo en el proyecto (Ejemplo: Definen probadores y en el proyecto no se realizan pruebas).
- Cronograma de auditorías y revisiones desactualizado.
- Aparecen actividades en el Plan que no se realizan realmente.
- Las actividades para la capacitación son muy pobres.
- No se tiene bien definidas las métricas que van a ser utilizadas.

1.9 Conclusiones del Capítulo 1

En este capítulo se realizó un estudio del estado del arte de los principales elementos que están presentes dentro del Proceso de Aseguramiento de la Calidad. Se enfocó la investigación a la actividad del SQA, establecimiento de un Plan de Aseguramiento de la Calidad. Se hizo un estudio de los planes de aseguramiento más conocidos en el mundo. Se analizó el plan de aseguramiento por el que se deben guiar los proyectos de la UCI, así como las principales diferencias entre este y el estándar más usado

Capítulo 1: Fundamentación Teórica

internacionalmente decidiendo utilizar como asesor para la propuesta el formulado por la CC. Se estudiaron las características del Departamento de Producción de Materiales Educativos del Centro de Tecnologías para la Formación y la problemática actual existente en estos proyectos de manera general. Se concluye que una propuesta de un Plan de Aseguramiento de la Calidad para el Departamento siguiendo los lineamientos de calidad planteados por la UCI, sería muy útil para homogeneizar el trabajo en esta área, y describir los elementos que no se pueden dejar de tener en cuenta a la hora obtener un producto con calidad.

Capítulo 2. Propuesta del Plan de SQA

2.1 Introducción

En este capítulo se realizará una propuesta del Plan de Aseguramiento de Calidad para el Departamento de Producción de Materiales Educativos del Centro de Tecnologías para la Formación, con todos los elementos que se deben tener en cuenta para su elaboración y adaptados a las características específicas de los proyectos que pertenecen a este Departamento. Para la elaboración de este Plan de Aseguramiento de la Calidad fue utilizada la plantilla propuesta por la Dirección de Calidad de Software de la Universidad. A continuación se describen genéricamente los elementos correspondientes en cada punto del plan, teniendo en cuenta las especificaciones de dicha plantilla.

2.1.1 Propósito

La siguiente sección especifica que propósito tiene la elaboración del Plan de Aseguramiento de Calidad.

Se define propósito a la intención o voluntad de hacer algo, o sea, es el objetivo, el fin o la aspiración que se desea lograr.

En este caso, el Plan de Aseguramiento de Calidad tiene como propósito describir cómo se asegurará y controlará la calidad durante el ciclo de vida de los proyectos correspondientes al Departamento de Producción de Materiales Educativos del Centro de Tecnologías para la Formación.

2.1.2 Alcance

En este punto se define el alcance que tendrá el Plan de Aseguramiento de Calidad elaborado según las guías seleccionadas, puntualizando además los proyectos con los que se involucra dicho plan.

El alcance es la distancia a la que llega la acción o influencia de alguien o algo, su importancia y su trascendencia.

El presente Plan de Aseguramiento de la calidad se realiza para los proyectos pertenecientes al Departamento de Producción de Materiales Educativos del Centro de Tecnologías para la Formación.

2.1.3 Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas

Esta sección contiene un listado de definiciones, acrónimos y abreviaturas utilizadas durante la elaboración del plan, el mismo será usado como guía por todos los miembros del proyecto y por los interesados en esta propuesta, para lograr así un mejor entendimiento sobre todo lo planteado.

- Estándar (Std).
- Extreme Programming (XP).
- Infraestructura productiva (IP).
- Revisiones Técnicas Formales (RTF).
- Proceso Unificado de Racional (RUP).
- Centro de calidad de software (CC).
- Elemento de configuración de software (ECS).
- Aseguramiento de la Calidad del Software (SQA).
- Administración de Configuración de Software (ACS).
- Modelo de Capacidad y Madurez Integrado (CMMI).
- Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos (IEEE).
- Organización Internacional para la Estandarización (ISO).

2.1.4 Referencias

En esta sección se muestra un listado de los documentos a los que se hace referencia en el Plan de Aseguramiento de la Calidad.

2.1.5 Resumen

El siguiente apartado debe detallar los aspectos abordados en el Plan de Aseguramiento de la Calidad, proporcionándole al lector una idea general de las actividades que se deben desarrollar para lograr la calidad del producto.

El Plan de Aseguramiento de la Calidad es imprescindible para garantizar la calidad de un software. La sección de Gestión describe la situación del aseguramiento de la calidad en el Departamento de Producción de Materiales Educativos del Centro de Tecnologías para la Formación (dentro de la estructura organizativa), además de las tareas y las responsabilidades. La sección de Documentación detalla cada uno de los productos de trabajo utilizados por el plan. Los Estándares y guías muestran los estándares que se aplican durante el proceso de software. La sección Revisiones y auditorías del plan identifican las revisiones y auditorías que se van a llevar a cabo por el grupo de aseguramiento de la

calidad y el cliente. La sección de pruebas hace referencia al plan de pruebas del software. El resto del plan identifica las herramientas y métodos que soportan las actividades y tareas del SQA.

2.2 Objetivos de Calidad

En este punto se incluyen los requerimientos de proyecto que están alineados con los requerimientos de calidad, es importante destacar que los objetivos de calidad definidos parten de los objetivos básicos del proyecto, para así asegurar su cumplimiento.

Los objetivos de la calidad establecidos durante el desarrollo de los proyectos pertenecientes al Departamento de Producción de Materiales Educativos del Centro de Tecnologías son:

- Corresponder y hacer cumplir los lineamientos de calidad establecidos por el CC ajustados a las características del proyecto.
- Asegurar la calidad del proyecto a lo largo del ciclo de vida del mismo, velando por que el producto de software cumpla con los requerimientos establecidos teniendo como base estándares y normas internacionales existentes.
- Asegurar el desarrollo de la ACS de tal manera que satisfaga las necesidades de la evolución del producto software.
- Prever que estén planificadas en el cronograma del proyecto las pruebas internas y de liberación.
- Asegurar que las soluciones tecnológicas del proyecto estén alineadas con las pautas y regulaciones establecidas por la dirección técnica e informatización de la IP.
- Gestionar la documentación y registros de calidad del software.
- Garantizar que los miembros del proyecto cuentan con las habilidades necesarias para realizar las tareas del proyecto.
- Implementar productos portables, que puedan ser ejecutados en las disímiles plataformas existentes en la universidad.
- Garantizar un sistema comprensible y apropiado para las necesidades del usuario.
- Garantizar que los usuarios se sientan satisfechos con la interfaz de usuario.
- El sistema debe permitir ser solo usado por usuarios autorizados y restringir el uso basado en permisos. El sistema no debería permitir a los usuarios saltarse las reglas de seguridad o utilizar

agujeros en la seguridad. Por ejemplo, todas las entradas de los usuarios deberían ser validadas y cualquier entrada maliciosa debería ser rechazada.

- Garantizar que el sistema no pierda o corrompa nunca la información.

2.3 Gestión

2.3.1 Organización

Describe la estructura organizativa que influye y controla la calidad del software. Identifica roles y responsabilidades dentro del plan SQA y a los responsables de preparar y mantener el mismo.

Cada proyecto debe estar formado por un *administrador de la calidad* que va a controlar y dirigir a tres grupos de trabajo. La cantidad de personas involucradas en el proceso de aseguramiento de la calidad estará dada por las dimensiones del proyecto, siendo elección del líder el número que asignará a esta actividad, así como otorgar los roles de acuerdo con las responsabilidades y conocimientos de los integrantes de su proyecto. En caso de que estos no estén preparados debe asignarles cursos de capacitación para garantizar la efectividad del Plan de aseguramiento.

- Grupo de Revisiones y Auditorías: tiene la misión de definir y dirigir las revisiones y auditorías dentro del Departamento elaborando una serie de informes para el seguimiento y la proposición de acciones correctivas a las no conformidades.
- Grupo de Pruebas: el objetivo principal de este grupo es diseñar y realizar las pruebas que sean necesarias a los productos del Departamento.
- Grupo de Mejoras: promueve el desarrollo y gestión de procesos de formación, diagnóstico y certificación en el área de mejoramiento continuo de la calidad, contribuye al aumento de la productividad y la calidad en los productos. Su propósito es mejorar el rendimiento de las actividades en el Departamento.

Este grupo tiene como principales tareas:

- Diagnosticar los procesos que las principales áreas deben mejorar.
- Informar análisis.
- Promover la investigación en las principales áreas con deficiencias.
- Promover la investigación sobre los modelos de desarrollo y herramientas para modelado.

Capítulo 2: Propuesta del Plan de SQA

- Identificar y proponer cursos de superación (post-grado y pre-grado) necesarios como parte del proceso de mejoras.
- Identificar cursos necesarios para la certificación tanto del producto, proceso como de los recursos humanos del Departamento.
- Identificar las normas y estándares necesarios para la certificación.
- Definir las métricas a utilizar en el proyecto.

A continuación se presenta en la figura 2 la distribución del grupo de SQA:

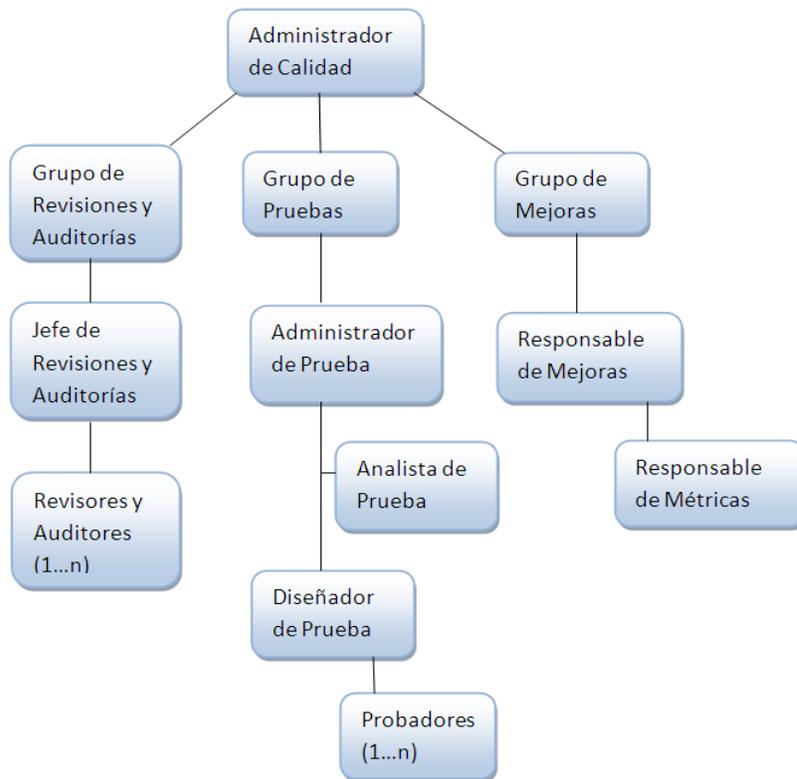


Figura 2 Distribución del Grupo de SQA.

Los roles definidos deben poseer ciertos conocimientos para cumplir con algunas responsabilidades, los cuales se definen de la siguiente manera:

Administrador de Calidad

Responsabilidades

Capítulo 2: Propuesta del Plan de SQA

- Definir los objetivos de calidad para productos y procesos en el Plan de Aseguramiento de la Calidad.
- Dirigir, monitorear y seguir las actividades planificadas de aseguramiento.
- Dirigir, controlar y seguir las actividades de los grupos que forman parte del Departamento.
- Definir la estrategia de calidad del Departamento.
- Gestionar los recursos necesarios para cumplir la estrategia.
- Coordinar el proceso de mejora.

Jefe de Revisiones y Auditorías:

Responsabilidades

- Coordinar las auditorías y revisiones a organizaciones y proyectos implicados.
- Planificar las auditorías y revisiones.
- Elaborar el informe y el resultado de las auditorías y revisiones.

Revisores:

Responsabilidades

- Ejecutar las RTF.
- Recoger los resultados de RTF.
- Elaborar el informe de RTF en conjunto con el jefe del grupo de revisiones.
- Realizar revisiones profundas a toda la documentación generada por el equipo de desarrollo.
- Proponer acciones correctivas para las NC.

Jefe de Auditorías:

Responsabilidades

- Definir el alcance y los criterios de auditoría.
- Establecer contacto inicial para la auditoría con el auditado.
- Informar al cliente de la auditoría si la documentación a revisar es inadecuada.

Capítulo 2: Propuesta del Plan de SQA

- Preparar un plan de auditoría donde se debe reflejar el alcance y la complejidad de ésta.
- Asignar la responsabilidad al equipo auditor para auditar procesos, funciones, lugares, áreas o actividades específicos.
- Revisar la información pertinente a las tareas asignadas y preparar los documentos de trabajo que sean necesarios.
- Presidir la reunión de apertura de la auditoría.

Auditores:

Responsabilidades

- Revisar la documentación del auditado para determinar la conformidad del sistema, según la documentación, con los criterios de auditoría.
- Evaluar el progreso de la auditoría.
- Recopilación y verificación de la información.
- Revisar los hallazgos de la auditoría en etapas adecuadas durante la misma.
- Acordar las conclusiones de la auditoría y preparar recomendaciones.

Responsable de Métricas:

Responsabilidades:

- Definir métricas a utilizar en el proyecto.
- Mejorar y evaluar los esfuerzos durante el proyecto.
- Aplicar las métricas.
- Recoger resultados y elaborar informes.

Responsable de Mejoras:

Responsabilidades

- Establecer modelos de mejoramiento de procesos y métodos internos de evaluación.
- Revisar y rediseñar continuamente los procesos para obtener mejoras en coste, calidad y servicio.

Administrador de Pruebas:

Responsabilidades

- Llegar a un acuerdo sobre la misión de las pruebas.
- Identificar las motivaciones para las pruebas.
- Lograr el éxito de la prueba.
- Planificar y administrar los recursos para las pruebas.
- Resolver problemas que impidan las pruebas.

Analista de Prueba:

Responsabilidades

- Identificar los objetivos de las pruebas de acuerdo con la iteración del proyecto.
- Identificar los tipos de pruebas requeridas.
- Definir los detalles de las pruebas.
- Monitorear el progreso de la prueba.
- Monitorear el resultado en cada ciclo de prueba.
- Examinar la arquitectura de software.

Diseñador de prueba:

Responsabilidades

- Definir el método de prueba y asegurar su implementación exitosa.
- Identificar técnicas apropiadas, herramientas e instrucciones para implementar las pruebas necesarias y encauzar los recursos adecuados para las pruebas.
- Definir los enfoques de prueba.
- Examinar la arquitectura de software.
- Definir la configuración del ambiente de prueba.
- Estructurar la implementación de pruebas.
- Definir los elementos de prueba.

Capítulo 2: Propuesta del Plan de SQA

Probador:

Responsabilidades

- Ejecutar las pruebas diseñadas.
- Analizar y recuperar errores de ejecución.

2.3.2 Tareas y Responsabilidades

En esta sección se describe la porción del ciclo de vida cubierta por el plan de SQA, las actividades de SQA que se deben realizar (tareas), los criterios de entrada y salida para cada tarea, los responsables y cualquier nota aclaratoria sobre estas actividades.

En la tabla 1 se presenta un listado de algunas de las principales tareas que deben desarrollarse para el SQA en cada uno de los proyectos, sus responsables y su descripción. En el [ANEXO 2](#) aparecen un conjunto de actividades de aseguramiento de la calidad que ayudarán a mejor entendimiento de las propuestas a continuación.

Actividades del Aseguramiento de la Calidad	Responsables	Observaciones
Crear el grupo de SQA	Líder del Proyecto	Se selecciona el administrador de calidad y la cantidad de personal que se asignará al grupo de calidad. Esta actividad se realiza al inicio de la fase concepción.
Establecer un Plan de SQA	Administrador de Calidad	El plan contiene las tareas de Aseguramiento de la Calidad que deben tenerse en cuenta y guía todo el proceso de SQA. Se realiza al inicio de la fase concepción.
Documentar el Expediente de Proyecto	Jefe de Revisiones y Auditorías	Se revisan todos los documentos concernientes a las áreas de Ingeniería, Gestión, Soporte y Legal. Durante todo el ciclo de desarrollo de software.
Revisar la Planificación del Proyecto	Jefe de Revisiones y Auditorías	En esta tarea se supervisa la planificación que ha sido estimada para el proceso de desarrollo del sistema, adicionalmente se

Capítulo 2: Propuesta del Plan de SQA

		puede emitir cualquier observación necesaria para mejorar el mismo. Se realiza al inicio de cada fase.
Revisión de los Requerimientos del Software	Jefe de Revisiones y Auditorías	Se verifica si los requerimientos a comprobar satisfacen las necesidades establecidas por los clientes. Incluye revisión de Casos de pruebas y se verifican todos los artefactos definidos para esta etapa. Se realiza antes de culminar el flujo de requerimientos.
Revisión del diseño arquitectónico	Jefe de Revisiones y Auditorías	Se describe cuándo y cómo llevar a cabo la revisión de la arquitectura y cómo tratar los resultados de la revisión. Se basa en las definiciones del alcance y los objetivos de la revisión, la documentación de los resultados y la toma de acciones correctivas para los defectos identificados de la revisión. Se realiza a mediados de la fase de elaboración.
Revisión del diseño detallado	Jefe de Revisiones y Auditorías	Tiene como objetivo definir cómo llevar a cabo la revisión del diseño y evaluar la capacidad de su resultado para cumplir los requisitos del sistema e identificar cualquier problema y proponer acciones necesarias. Se verifica el diseño detallado de módulos y la actualización del plan de pruebas. Se realiza al finalizar la fase de elaboración.
Revisión de los planes que pertenecen a la verificación y Validación	Jefe de Revisiones y Auditorías	Se revisan todos los procedimientos descritos en los planes de pruebas, revisiones y auditorías, así como su actualización para las mismas.
Revisión del código	Jefe de Revisiones y Auditorías	Esta tarea se realiza cuando se ha considerado un componente estable, es decir,

Capítulo 2: Propuesta del Plan de SQA

	Auditorías	cuando ha sido validado. En esta tarea se revisa el código para verificar la implementación. Se realizan recomendaciones y se documentan los resultados de la revisión para asegurar que los defectos sean documentados y resueltos. Se realiza en distintas etapas del flujo de trabajo implementación.
Ejecutar pruebas exploratorias a los componentes de implementación	Jefe de Pruebas	Esta tarea se basa en la creación y ejecución de un conjunto de pruebas para validar que los elementos y subsistemas implementados por el desarrollador están trabajando apropiadamente antes de que la prueba más formal sea llevada a cabo. En distintas etapas del flujo de trabajo de implementación se realiza esta actividad.
Revisión Técnica Formal a la arquitectura	Jefe de Revisiones y Auditorías	En esta actividad se verifica y valida la robustez de la arquitectura, el establecimiento de la misma y la adherencia a los estándares de codificación. A mediados del flujo de trabajo implementación se realiza.
Revisión Post-Mortem	Jefe de Revisiones y Auditorías Jefe de Proyecto	Tiene como propósito confirmar la aceptación de cada iteración y la aceptación del proyecto y poder brindarles recomendaciones para las iteraciones siguientes. Es realizada al finalizar cada fase.
Planificar y definir el enfoque de pruebas	Jefe de Pruebas	En esta tarea se definen para cada uno de los casos de prueba a realizar, el enfoque y la estrategia que debe ser empleado para cada escenario de prueba de un componente o un subsistema. Se debe realizar al finalizar el

Capítulo 2: Propuesta del Plan de SQA

		flujo de trabajo análisis y diseño.
Verificación y validación de los requerimientos de software (V&V)	Jefe de Revisiones y Auditorías Jefe de Pruebas	Esta actividad se realiza para confirmar que realmente los requisitos reflejan las necesidades de clientes y usuarios y que definen el producto deseado de la manera establecida conforme a las normas de calidad. Durante el flujo de trabajo pruebas debe desarrollarse esta actividad.
Aplicar mediciones a los Casos de Pruebas	Jefe de Pruebas Responsable en Métricas	Esta tarea contempla los cambios que se les pueden hacer a los Casos de Prueba durante la ejecución de un ciclo de prueba con el fin de mejorar la efectividad que estos puedan llegar a tener.
Mejorar la estrategia de pruebas	Jefe de Pruebas Responsable en Mejoras	En esta tarea se proponen mejoras a la estrategia de pruebas, con el fin de lograr mayor efectividad y confianza en este proceso.
Evaluar y mejorar revisiones	Jefe de Revisiones y Auditorías	En esta tarea se evalúan las revisiones y se proponen mejoras para las mismas. Se debe realizar al culminar cada RTF.
Implantar mejoras a procesos	Responsable en Mejoras	En esta tarea, se evalúan todos los procesos del desarrollo del sistema, y se mejoran aquellos que sean estimados.
Implantar métricas de Calidad al software	Responsable en Métricas	En esta tarea se evalúa que métricas son las más convenientes a utilizar para la mejora de los procesos y del producto.
Auditoría de la funcionalidad	Jefe de Revisiones y Auditorías	Una revisión exhaustiva sobre la especificación de requerimientos del software. Se realiza al finalizar el flujo de trabajo especificación de requisitos, después de la RTF correspondiente.

Capítulo 2: Propuesta del Plan de SQA

Auditoría física	Jefe de Revisiones y Auditorías	Se comprueba que el software y su documentación son consistentes y están listos para su entrega. Se realiza 20 días antes de entregar versiones del producto al cliente.
Auditoría de la Configuración	Jefe de Revisiones y Auditorías	Una auditoría de configuración del software complementa la revisión técnica formal al comprobar características que generalmente no tiene en cuenta la revisión. Se pregunta sobre elementos como cambios, revisión a la corrección técnica, correctitud en los estándares de ISW, las modificaciones en los ECS, especificación y registro de las fechas del cambio y el autor. Durante todo el ciclo de desarrollo, elige cada proyecto en que momento realizarla.
Evaluación de la satisfacción del cliente	Responsable en Mejoras	Se evalúa la satisfacción del cliente con el producto implantado. Después de 20 días de haberse implantado el producto.
Orientar actividades de entrenamiento	Líder de Proyecto	Esta actividad consiste en la planificación y desarrollo de los cursos de capacitación necesarios para que cada uno de los roles esté preparado para llevar a cabo las actividades de aseguramiento de la calidad correspondientes. Al inicio de la fase concepción deben de desarrollarse las tareas de entrenamiento, en caso de que existan elementos nuevos que el equipo de trabajo deba conocer entonces el entrenamiento se realizará al inicio de cada fase.
Certificación Final del producto	Dirección de Calidad UCI	Se certifica la calidad del producto, afirmando que el mismo está listo para ser implantado

		en las organizaciones clientes. Al finalizar el flujo de trabajo pruebas.
--	--	---

Tabla 1 Actividades de Aseguramiento de la Calidad a desarrollar.

2.4 Métricas

Las métricas mejoran la calidad del producto final y del trabajo realizado, evalúan la efectividad del proceso y además permiten descubrir y corregir problemas potenciales en etapas tempranas del software. Aportan argumentos en la toma de medidas preventivas, necesarias para mejorar el proceso de revisiones. A continuación se describen una serie de métricas usadas para el monitoreo del producto. Las métricas seleccionadas para su aplicación en el Departamento se centran en métricas orientadas al software educativo y además se proponen otras métricas para medir aspectos importantes como son la verificación y la validación de los productos.

El proceso de evaluación está compuesto por las siguientes fases que aparecen en la figura 3 las cuales deben seguirse por el Departamento.

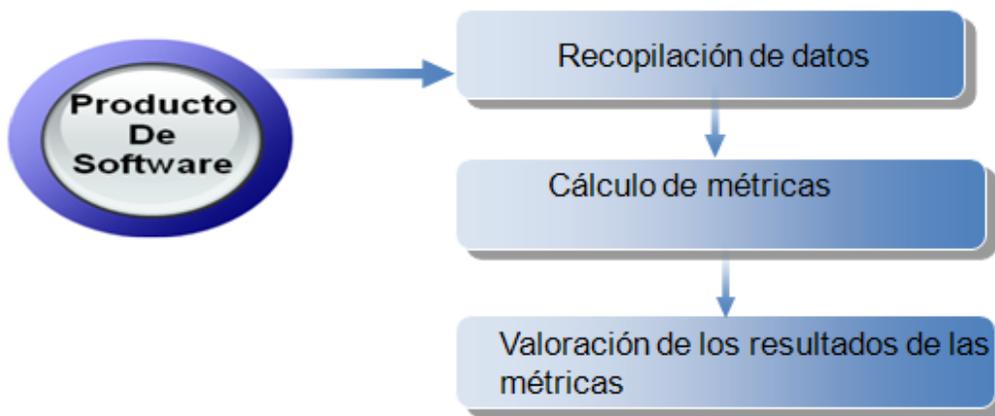


Figura 3 Fases del Proceso de evaluación.

A continuación se muestran las métricas seleccionadas para la evaluación de la calidad (Acosta, y otros, 2009):

1. Comprensibilidad

- a) **Integridad de la descripción del producto:** Valora el grado en que los usuarios potenciales van a entender las capacidades del producto en cuanto a los factores relacionados con el aprendizaje y la educación una vez que se hayan leído la descripción del mismo.

$$X = A / B$$

Donde

A - número de funciones comprendidas por el usuario en la descripción del producto.

B - número total de funciones.

- b) **Localidad de funciones por evidentes:** Indica si los usuarios son capaces de localizar las funciones, relacionadas con el aprendizaje y la educación por medio de la simple exploración de la interfaz (por ejemplo interpretando un menú).

$$X = A / B$$

Donde:

A - número de funciones (o tipos de funciones) del producto son evidentes para el usuario.

B - número total de funciones (o tipos de funciones).

- c) **Comprensibilidad de la función:** Permite hacer un análisis de si pueden o no los usuarios comprender lo que se requiere con cada una de las funciones, relacionados con el aprendizaje y la educación.

$$X = A / B$$

Donde:

A - número de funciones que tienen el propósito de ser comprendidas por el usuario.

B - número total de funciones.

2. Operabilidad

- a) **Consistencia operacional:** Qué proporción de operaciones tiene un comportamiento consistente dentro del software.

$$X = A / B$$

Donde:

A - número de operaciones instanciadas con un comportamiento consistente.

B - número de operaciones.

- b) **Claridad de los elementos de interfaz:** Qué proporción de los elementos de interfaz relacionados con el aprendizaje y la educación se auto explican.

$$X = A / B$$

Donde:

A - número de elementos de interfaz con claras explicaciones.

B - número total de elementos de interfaz implementados.

3. Atracción

- a) **Atracción de la interacción:** Cuán atractiva son las interfaces relacionadas con el aprendizaje y la educación con el usuario. Donde: Se emplea mediante la conducción de encuestas para evaluar la atracción de las interfaces con el usuario, tomando en cuenta elementos de la interfaz del sistema tales como el color y el diseño gráfico.

- b) **Adaptabilidad de la apariencia de la interfaz:** Qué proporción de los elementos de la interfaz relacionada con el aprendizaje y la educación puede ser, por su apariencia, adaptado por el usuario para la satisfacción del mismo.

$$X = A / B$$

Donde

A-número de elementos de la interfaz del sistema cuya apariencia no puede ser entendida por el usuario.

B-número de tipos de elementos de la interfaz. Ambas métricas se completan en el contexto del grupo de expertos para la usabilidad.

Métricas de satisfacción seleccionadas para la evaluación de la calidad en el uso

Cuestionario de satisfacción: Qué tan satisfecho está el usuario con las características específicas del software. Esta métrica está definida de la siguiente manera:

$$X = \sum (Ai)/n$$

Donde: A_i = La respuesta a una pregunta.

n = Número de respuestas.

Uso discrecional: Qué proporción de los potenciales del sistema el usuario elige usar. Esta métrica está definida de la siguiente manera:

$$X = A/B$$

Donde:

A = Número de veces que un software específico, funciones, aplicaciones o sistemas se utilizan.

B = Número de veces que se destinan a ser utilizados.

Se propone además usar métricas de calidad que midan la verificación y validación.

Métricas de calidad: (Pressman, 2005)

1. Efectividad de eliminar los defectos en una Revisión:

$$EED = \frac{DE_i}{DL} * 100$$

$$DL = DE_i + DEP$$

$$DEP = \sum_{k=i+1}^n DE_k$$

DE : cantidad de defectos detectados durante la revisión

DEP : cantidad de defectos encontrados posterior a la revisión, es decir, la cantidad de defecto encontrados en las $n-i$ restantes revisiones que se indican en el plan de revisiones y auditorías del proyecto.

También puede calcularse este valor considerando los defectos detectados en las revisiones efectuadas hasta el momento ($k = m$, con $i < m < n$) en que se desea analizar la métrica, pero serán resultados parciales que pueden cambiar al finalizar el producto.

DL : cantidad total de defectos presentes en el producto, cuando éste ha sido terminado y se entrega al cliente para su operación.

Si se representan en un gráfico los valores resultantes de la métrica de efectividad se puede analizar qué revisiones de las realizadas al proyecto de software resultan poco efectivas y así valorar la

posibilidad de incluirla o no en la misma fase del desarrollo del proyecto o en otros cuyas características sean similares al analizado o tomar cualquier otra decisión que contribuya al mejoramiento del Proceso de Revisiones.

Ahora bien, esta medida da una vista global de la efectividad de la revisión, pero en ocasiones no basta con esta información y es necesario profundizar para conocer cuáles tipos de errores no han sido detectados y que por tanto conspiran contra la efectividad de dicha Revisión, para ello se propone la métrica siguiente.

2. Efectividad de eliminar los defectos de la fase j en la revisión i.

Permite a los directivos conocer la efectividad de las revisiones en cuanto a la cantidad de defectos que pertenecen a una fase y que son encontrados oportunamente. Por tanto, se puede analizar la cantidad de defectos, por ejemplo de la fase de requisitos, que se han propagado hasta la implantación del sistema o hasta cualquier otra fase de desarrollo del proyecto.

$$EED_{ij} = \frac{DE_{i,j}}{DL_j} * 100$$

DE_{i,j}: cantidad de defectos detectados durante la revisión i, correspondientes a la fase j.

DL_j: cantidad total de defectos presentes en el producto correspondientes a la fase j.

El comportamiento de estas dos primeras métricas puede ser representado en un único modelo que de una idea global de la eficiencia de las Revisiones y de cada una de las fases consideradas en ellas. Por ejemplo, se pudiera plantear los valores de la efectividad de diferentes revisiones realizadas a un proyecto y compararlas entre sí.

3. **Detección de errores:** Cuántos fallos fueron detectados en las revisiones al producto. Se define de la siguiente forma: $X = A / B$ donde A es el número absoluto de defectos encontrados en las RTF y B es el número de errores estimados para esta revisión. El valor de esta métrica debe oscilar entre [0; 1]. Mientras más cercano a 1 mayor cantidad de fallos encontrados.

4. **Métrica de Madurez** (ISO 9126, 2006): mide la suficiencia en las pruebas con el propósito de contar los casos de prueba necesarios que están cubiertos por el plan de pruebas. Para su aplicación se debe contar las pruebas planeadas y comparar con el número de pruebas requeridas para obtener una cobertura adecuada.

$$X = A/B$$

A = número de casos de prueba en el plan.

B = número de casos de prueba requeridos.

$$0 \leq X$$

Entre X sea mayor, mejor la suficiencia.

2.5 Documentación

En esta sección debe aparecer un listado de todos los documentos que fueron utilizados por el Plan de Aseguramiento de la Calidad.

Para su elaboración se utilizaron los siguientes documentos:

1. Plan de Medición
2. Plan de Pruebas
3. Plan de Roles y Responsabilidades
4. Plan de Administración de Configuración del Software

2.6 Estándares y Guías

Se plasman en esta sección un listado de todos los estándares y guías utilizados por el plan de SQA. Es recomendado el siguiente listado de los principales estándares y guías que deben ser estudiados por el equipo de calidad de cada proyecto para decidir por cuáles optar. La ubicación la define el proyecto.

Estándar	Ubicación	Comentarios
Codificación en php		Lenguaje o codificación en la que está trabajando cada proyecto en particular.
Codificación en javascript		Lenguaje o codificación en la que está trabajando cada proyecto en particular.
NC-IEEE Std 730-1998		Aseguramiento de la Calidad.
NC-ISO 9000		Para el Sistema de Administración de Calidad. Conceptos de Calidad.
NC-ISO 10006/7/12/13/14/15		Gestión de Calidad.
NC-ISO 19011		Para auditorías.
NC-ISO/IEC 9126		Para definir los objetivos de calidad y

Capítulo 2: Propuesta del Plan de SQA

		métricas.
NC-IEEE Std. 1219-1998		Para las mediciones del Software.
NC-IEEE Std. 1058-1998.		Para la Sección de Gestión del Plan.
NC-IEEE Std. 1028-1997		Para definir las revisiones y auditorías a utilizar en los Proyectos.
NC-ISO 19011-2002		Revisiones y Auditorías.
NC-IEEE Std. 829-1998		Para la documentación de las Pruebas.
NC-IEEE Std. 1008-1997		Para las Pruebas Unitarias.
NC-IEEE Std. 1012-1998		Para la Verificación y Validación del Software.
NC-IEEE 828-1998		Plan de Administración de Configuración.
NC-IEEE Std 1063-1987-2001		Documentación de Usuario.
NC-ISO 8402		Definir términos base.
CMMI		Para el aseguramiento de la calidad, gestión de configuración, gestión de requisitos.
RUP		Para el proceso de desarrollo de software.
XP		Para el proceso de desarrollo de software.
Lineamientos de Calidad		Guía a seguir por los proyectos de desarrollo de software atendiendo a cuáles son los artefactos que deben generar y procesos que deben realizar para aspirar a un producto final con calidad.

Tabla 2 Estándares y guías.

2.7 Plan de Revisiones y Auditorías

2.7.1 Tareas generales de Revisiones

Las revisiones que se llevarán a cabo en el Departamento serán las Revisiones Técnico Formales debido a que son efectivas para detectar errores un 75%.

Los objetivos de la RTF son (Pressman, 2002):

- Descubrir errores en la función, la lógica o la implementación de cualquier representación del software antes de que se conviertan en defectos.
- Verificar que el software bajo revisión alcanza sus requisitos.
- Garantizar que el software ha sido representado de acuerdo con ciertos estándares predefinidos.
- Conseguir un software desarrollado de forma uniforme.
- Hacer que los proyectos sean más manejables.

La RTF es realmente una clase de revisión que incluye recorridos, inspecciones, revisiones cíclicas y otro pequeño grupo de evaluaciones técnicas del software.

Cada RTF se lleva a cabo mediante una reunión y sólo tendrá éxito si es bien planificada, controlada y atendida. (Pressman, 2002).

Independientemente del formato que se elija para la RTF, cualquier reunión de revisión debe acogerse a las siguientes restricciones: deben convocarse para la revisión (normalmente) entre tres y cinco personas; se debe preparar por adelantado, pero sin que requiera más de dos horas de trabajo a cada persona; y la duración de la reunión de revisión debe ser menor de dos horas. (Pressman, 2002).

Con las anteriores limitaciones, debe resultar obvio que cada RTF se centra en una parte específica y pequeña del software total. Por tanto, en el Departamento en lugar de intentar revisar un diseño completo, se harán inspecciones para cada módulo (componente) o pequeño grupo de módulos, pues al limitar el centro de atención de la RTF, la probabilidad de descubrir errores es mayor.

2.7.1.2 Procedimiento para realizar una RTF

Pressman en su libro *Un enfoque a la ISW* 3ra edición expone el procedimiento para realizar una revisión técnico formal, donde el individuo que ha desarrollado el producto informa al jefe del proyecto la culminación del mismo. El jefe del proyecto contacta con el administrador de calidad y este con el *jefe de*

Capítulo 2: Propuesta del Plan de SQA

revisiones y auditorías, que evalúa la disponibilidad del producto, genera copias del material del producto y las distribuye a dos o tres revisores para que se preparen por adelantado.

Durante la RTF, uno de los revisores procede a registrar todas las inquietudes que vayan surgiendo. Al final de la reunión de revisión, resume todas las que surgieron y genera una lista de no conformidades.

La lista de no conformidades sirve para dos propósitos (Pressman, 2002):

- Identificar áreas problemáticas dentro del producto
- Servir como lista de comprobación de puntos de acción que guíe al productor para hacer las correcciones.

Es importante definir un procedimiento de seguimiento que asegure que los puntos de la lista de no conformidades son corregidos adecuadamente (AC).

De forma general el procedimiento para realizar una RTF según IPP-3522 (ver [ANEXO 3](#)):

1. Realizar la reunión de inicio donde se presentan los objetivos, el alcance de la revisión y se llena el acta de la reunión de inicio.
2. Se aplican las listas de chequeo y entrevistas.
3. Se preparan los resultados de la evaluación actualizándose los registros de las NC y las AC y redactándose el informe de la evaluación.
4. Se comunican los resultados de la evaluación a través de una reunión de cierre donde se actualizan los registros de NC y AC, se redacta la minuta de reunión de cierre y se actualiza el informe de la evaluación.
5. El Jefe del Proyecto y su equipo de trabajo analizan los resultados de la evaluación.
6. Luego se entregan las acciones correctivas con los documentos de NC y AC actualizados y se redacta las evaluaciones de los revisores.

A continuación se muestra un conjunto mínimo de directrices para las revisiones técnicas formales (Pressman, 2002):

1. Revisar al producto, no al productor.
2. Fijar una agenda y mantenerla.
3. Limitar el debate y las impugnaciones.

Capítulo 2: Propuesta del Plan de SQA

4. Enunciar áreas de problemas, pero no intentar resolver cualquier problema que se ponga de manifiesto.
5. Tomar notas escritas.
6. Limitar el número de participantes e insistir en la preparación anticipada.
7. Desarrollar una lista de chequeo para cada producto que vaya de ser revisado.
8. Disponer recursos y una agenda para las RTF.
9. Llevar a cabo un buen entrenamiento de todos los revisores.
10. Repasar las revisiones anteriores.

Para la realización de las *Tareas de revisiones* (ver [ANEXO 5](#)), se tendrán en cuenta las revisiones administrativas, las revisiones a la especificación de requisitos, las revisiones a la arquitectura, la revisión al diseño, la revisión post_mortem, la revisión a la documentación y la revisión a la gestión de configuración de cambios, todas ellas tendrán artefactos de entrada y de salida según los proyectos, para llevarlas a cabo es necesario elaborar las listas de chequeo a través de los lineamientos de calidad, expuestos por el CC de la Universidad; además como se expresó anteriormente la realización de las revisiones se hará a pequeños componentes, lo que al finalizar cada flujo de trabajo con una revisión general conllevaría a que el esfuerzo del grupo de revisiones y auditorías y el equipo de desarrolladores sea menor evitando que se atrase el cronograma del proyecto.

Importante

Para realizar una RTF es muy importante tener en cuenta la lista de chequeo, que es una plantilla creada para ayudar a desarrolladores, especialistas o expertos técnicos en la verificación y evaluación de las especificaciones de los artefactos.

Se proponen utilizar las siguientes listas de chequeo para el proceso de revisiones que debe realizarse en cada uno de los flujos de trabajo que aparecen a continuación: (IP, 2009)

Flujos de Trabajo	Listas de Chequeo
Negocio	<ul style="list-style-type: none">✓ Modelo del dominio✓ Modelo de objeto✓ Modelo de Casos de uso del negocio✓ Glosario de Términos

	✓ Diagrama de actividades
Requerimiento	✓ Especificación de requerimientos ✓ Especificación de Casos de uso ✓ Diccionario de Datos
Análisis y Diseño	✓ Arquitectura de la Información ✓ Documento de la Arquitectura ✓ Documento de Análisis ✓ Documento de Diseño ✓ Diseño Web
Implementación	✓ Modelo de Implementación
Prueba	✓ Caso de Prueba basado en CU ✓ Prueba basada en requisitos

Tabla 3 Listas de chequeo por flujo de trabajo.

2.7.2 Tareas generales de Auditorías

En los proyectos que pertenecen al Departamento deben realizarse **auditorías internas** en intervalos planificados, para determinar si los proyectos se adecuan con los requisitos del sistema de gestión de la calidad establecidos por el Departamento y si funciona eficazmente.

Una **auditoría** es un examen objetivo realizado por personal calificado independiente del responsable de la actividad que se va a auditar. Los resultados de la auditoría serán utilizados para establecer *acciones correctivas y preventivas* en las áreas donde se encontraron **no conformidades**. Se debe planificar un programa de auditorías tomando en cuenta la importancia de los procesos y los resultados de auditorías previas. Se deben definir los criterios de auditoría, el alcance de la misma, su frecuencia y metodología. (ISO 9000, 2000)

Para realizar una auditoría se deben tener **criterios de auditoría** que no son más que un conjunto de políticas, procedimientos o requisitos que se utilizarán como referencia para comparar con los artefactos de la organización auditada. Como resultado de una auditoría se tienen **hallazgos de la auditoría** que son resultados de la evaluación de los registros, declaraciones de hechos o cualquier otra información obtenida como parte del proceso de auditoría. Los hallazgos de la auditoría pueden indicar tanto conformidad o no conformidad con los criterios de auditoría como oportunidades de mejora. Al culminar con el proceso de auditoría se da una **conclusión de la auditoría** que es el resultado de una auditoría

que proporciona el equipo auditor tras considerar los objetivos de la auditoría y todos los hallazgos de la misma. (Almira, 2009)

2.7.2.1 Principios de auditoría

Para realizar una auditoría se deben tener varios principios como los que a continuación se plantean (Almira, 2009):

- El equipo auditor debe tener una conducta ética, donde la confidencialidad, la integridad y la confianza sean sus principales valores.
- Se debe revelar con veracidad y exactitud los hallazgos de la auditoría.
- Deben tener un sentido de responsabilidad elevado puesto que estos deben proceder con el debido cuidado, de acuerdo con la importancia de la tarea que desempeñan y la confianza depositada en ellos por el cliente de la auditoría y por otras partes interesadas.
- Los auditores deben mantener una actitud objetiva a lo largo del proceso de auditoría para asegurarse de que los hallazgos y conclusiones de la auditoría estarán basados sólo en la evidencia de la auditoría.

1.7.2.2 Pasos para realizar auditorías

Los pasos para realizar auditorías son (Almira, 2009):

- Fijar fecha de entrega.
- Fijar fecha de entrega de la documentación a los auditores.
- Se realiza la revisión de la documentación.
- Entrevista de los auditores con el grupo al que le están realizando el procedimiento.
- Realización de reunión para dar informes parciales de la auditoría con el jefe del proyecto, jefe de desarrollo auditado y auditores.
- Reunión de cierre con los auditores.

En el Departamento se realizarán todas las auditorías que se crean necesarias, entre ellas se proponen por cada revisión técnico formal que se realice al finalizar un flujo de trabajo, debe existir una auditoría que verifique los procesos por los que se rigen los proyectos.

- Auditorías en proceso: son aleatorias y se envía un aviso con anticipación. Su propósito será revisar el trabajo actual que se realiza en el proyecto.
- Auditorías funcionales: se realizarán para verificar que el producto que se entrega satisface los requerimientos especificados.
- Auditorías físicas: se realizarán para verificar que realmente se entreguen el software físico y su documentación designados a la entrega.
- Auditoría a la Configuración: Se pregunta sobre elementos como cambios, revisión a la corrección técnica, corrección de los estándares de ISW, las modificaciones en los ECS, especificación y registro de las fechas del cambio y el autor.

2.7.3 Cronograma

Detallar el cronograma para las revisiones y auditorías que debe incluir las que se programen en las fechas principales del proyecto y cuando se genere la entrega de artefactos.

Si la duración del proyecto es menor de un mes se revisarán todos los productos de trabajo y los procesos al finalizar el proyecto. Si la duración del proyecto es de un mes a dos se desarrollaran tres tipos de revisiones: una al final de la fase de requerimientos, otra al finalizar la fase de pruebas internas y otra al final del soporte. Cuando el proyecto es mayor de 4 meses y lo solicita, aparte de las mencionadas anteriormente, se realizará la revisión en cualquiera de las fases que se desee, teniendo en cuenta lo explicado en otras secciones. (IP, 2009). Además, por cada revisión o auditoría que organice el CC debe estar programada por parte de los proyectos la revisión o auditoría correspondiente.

En la siguiente tabla se especifican los tipos de revisiones que se deben realizar, los objetivos de estas revisiones, la fase del proyecto en la que ocurre la revisión y el grupo responsable de cada una.

En los proyectos se debe llenar la tabla que aparece en [ANEXO 6](#)

No de Re vi si ón	Tipo	Objetivos	Descripción (Iteración)	Fase del Proyec to	Responsable
----------------------------------	------	-----------	-------------------------	-----------------------------	-------------

Capítulo 2: Propuesta del Plan de SQA

1	Revisión de gestión	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Revisar el Plan de SQA. ✓ Revisar el Plan del proyecto. ✓ Revisar el Plan de gestión del riesgo. 	Tiene como propósitos monitorizar el progreso, determinar el estado del plan y las planificaciones, confirmar los requisitos y su localización en el sistema, evaluar la efectividad de las actividades de gestión para conseguir sus objetivos.	Inicio	Grupo de Revisiones
2	Revisión técnicas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Requerimientos del Software ✓ Arquitectura. ✓ Documentación de prueba. ✓ Manual de mantenimiento. 	Evalúan un producto software para determinar si el producto software se ajusta a sus especificaciones, si el producto software respeta los criterios o estándares aplicados en el proyecto y si los cambios en el producto software se implementan adecuadamente.	Todo el ciclo de desarrollo	
3	Inspecciones	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Requerimientos del Software. ✓ Diseño. ✓ Código. ✓ Casos de prueba. 	Buscan anomalías mediante un examen que verifica que el producto software cumple sus especificaciones. Verifica que el producto software cumple con sus atributos de calidad específicos. Verifica que el producto software se ajusta a los criterios y estándares del proyecto e identifica desviaciones de estándares y especificaciones y opcionalmente recoge datos de IS.	Fase de elaboración. Implementación. Prueba	Grupo de Revisiones
4	Revisión	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Verificar el 	Se verifica el éxito del proceso de	Flujo	Grupo de

Capítulo 2: Propuesta del Plan de SQA

	ón al proces o de prueba s	proceso de pruebas	prueba, verificando que el software hace lo que está descrito en los requerimientos, y se valida que esté acorde con el objetivo por el cual se desarrolló.	de trabajo Prueba	Revisiones y Auditorías
5	Audito rías	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Informes y ✓ Plan del ✓ Planes de ✓ Planes de ✓ Todos los 	Proporcionan una evaluación independiente de conformidad del producto software y los procesos de gestión con regulaciones y estándares.	Al finalizar cada fase	Grupo de Auditorías

Tabla 4 Cronograma.

2.7.4 Resolución de problemas y actividades de corrección

Después de realizar los procesos de auditorías o revisiones se deben registrar cada uno de los errores encontrados en la lista de chequeo y en la Plantilla de No Conformidades correspondiente. Una vez finalizada la reunión de revisión, el revisor debe emitir un documento de no conformidades en caso de existir alguna, este documento debe ser enviado al jefe de desarrollo del componente bajo revisión y guardado como copia en el historial que el grupo de calidad debe tener, el jefe de desarrollo y los desarrolladores procederán a resolver cada una de las no conformidades encontradas. El jefe de desarrollo, en seguida que el equipo de desarrolladores dé resolución a las no conformidades debe emitir un documento de respuesta a las mismas para el líder del proyecto quien decidirá si es necesaria una nueva revisión. En esta sección puede ser referenciado el Plan de Resolución de Problemas.

2.7.5 Herramientas, técnicas o metodologías usadas

- Para realizar las revisiones se utilizará la RTF así como el procedimiento descrito y sus directrices.

- Las listas de chequeo para el desarrollo de las revisiones.
- Se utilizarán los estándares y normas de la IEEE y la ISO, el modelo CMMI y la metodología RUP o XP.
- Procedimientos definidos por la IP.
- Expediente de proyecto.

1.8 Pruebas

A continuación se explicarán los niveles, tipos y técnicas de pruebas que se recomiendan utilizar en el Departamento de Producción de Materiales Educativos del Centro de Tecnologías para la Formación y en que fase serán aplicadas dichas pruebas.

Cada proyecto, según sus características decidirá que prueba utilizar basándose en esta propuesta:

Niveles de Prueba

Prueba de Desarrollador. Es la prueba diseñada e implementada por el equipo de desarrollo. Tradicionalmente estas pruebas han sido consideradas solo para la prueba de unidad, aunque en la actualidad en algunos casos pueden ejecutar pruebas de integración. Se recomienda que estas pruebas cubran más que las pruebas de unidad.

Prueba independiente: Es la prueba que es diseñada e implementada por alguien independiente del grupo de desarrolladores. El objetivo de estas pruebas es proporcionar una perspectiva deferente y en un ambiente más rico que los desarrolladores. Una vista de la prueba independiente es la prueba independiente de los stakeholder, que son pruebas basadas en las necesidades y preocupaciones de los stakeholders.

Pruebas de Unidad: Dichas pruebas cubren la funcionalidad propia del módulo tanto con una perspectiva de caja blanca como de caja negra. Esto sirve para asegurar que cada uno de los módulos funcione correctamente por separado. Está enfocada a los elementos más pequeños del software que pueden ser probados. Es aplicable a componentes representados en el modelo de implementación para verificar que los flujos de control y de datos están cubiertos, y que ellos funcionen como se espera.

Pruebas de Integración: Las pruebas de integración se centran en probar la coherencia semántica entre los diferentes módulos, tanto de semántica estática como de semántica dinámica. Es ejecutada para asegurar que los componentes en el modelo de implementación operen correctamente cuando son combinados para ejecutar un caso de uso. Se prueba un paquete o un conjunto de paquetes del modelo

de implementación. Estas pruebas descubren errores o incompletitud en las especificaciones de las interfaces de los paquetes. Esta prueba debe ser responsabilidad de desarrolladores y de independientes, sin solaparse las pruebas.

Pruebas de Sistema: Prueban a fondo el sistema, comprobando su funcionalidad e integridad globalmente, en un entorno lo más parecido posible al entorno final de producción.

Tipo de Pruebas del Sistema:

- ✓ Prueba de Recuperación: Es una prueba del sistema que fuerza el fallo del software de muchas formas y verifica que la recuperación se lleva a cabo apropiadamente.
- ✓ Prueba de Seguridad: Intenta verificar que los mecanismos de protección incorporados en el sistema lo protegerán, de hecho, de acceso impropio.
- ✓ Prueba de Resistencia: Están diseñadas para enfrentar a los programas con situaciones anormales.
- ✓ Prueba de Rendimiento: Está diseñada para probar el rendimiento del software en tiempo de ejecución dentro del contexto de un sistema integrado.

Pruebas de Aceptación: Verifican que el sistema cumple con todos los requisitos indicados y que puede ser usado por usuarios finales para ejecutar aquellas funciones y tareas para las cuales el software fue construido.

Tipos de pruebas

Basados en dimensiones de calidad

1. Funcionalidad

- ✓ Función: Pruebas fijando su atención en la validación de las funciones, métodos, servicios, caso de uso.
- ✓ Seguridad: Asegurar que los datos o el sistema solamente es accedido por los actores deseados.
- ✓ Volumen: Enfocada en verificando las habilidades de los programas para manejar grandes cantidades de datos, tanto como entrada, salida o residente en la base de datos.

2. Usabilidad

- ✓ Usabilidad: Prueba enfocada a factores humanos, estéticos, consistencia en la interfaz de usuario, ayuda sensitiva al contexto y en línea, asistente documentación de usuarios y materiales de entrenamiento.

3. Fiabilidad

- ✓ Integridad: Enfocada a la valoración de la robustez (resistencia a fallos).
- ✓ Estructura: Enfocada a la valoración a la adherencia a su diseño y formación. Este tipo de prueba es hecho a las aplicaciones Web asegurando que todos los enlaces están conectados, el contenido deseado es mostrado y no hay contenido huérfano.
- ✓ Stress: Enfocada a evaluar cómo el sistema responde bajo condiciones anormales. (Extrema sobrecarga, insuficiente memoria, servicios y hardware no disponible, recursos compartidos no disponible).

3. Rendimiento

- ✓ Benchmark: Es un tipo de prueba que compara el rendimiento de un elemento nuevo o desconocido a uno de carga de trabajo de referencia conocido.
- ✓ Contención: Enfocada a la validación de las habilidades del elemento a probar para manejar aceptablemente la demanda de múltiples actores sobre un mismo recurso (registro de recursos, memoria, etc.).
- ✓ Carga: Usada para validar y valorar la aceptabilidad de los límites operacionales de un sistema bajo carga de trabajo variable, mientras el sistema bajo prueba permanece constante.
- ✓ Performance profile: Enfocadas a monitorear el tiempo en flujo de ejecución, acceso a datos, en llamadas a funciones y sistema para identificar y direccionar los cuellos de botellas y los procesos ineficientes.

4. Eficiencia

- ✓ Eficiencia: Habilidad de W para responder a una petición de usuario con la velocidad apropiada.

5. Soportabilidad

- ✓ Configuración: Enfocada a asegurar que funciona en diferentes configuraciones de hardware y software. Esta prueba es implementada también como prueba de rendimiento del sistema.

- ✓ **Instalación:** Enfocada a asegurar la instalación en diferentes configuraciones de hardware y software bajo diferentes condiciones (insuficiente espacio en disco, etc.).

Métodos de Prueba

Prueba de caja blanca: Con este método se comprueba los caminos lógicos del software proponiendo casos de prueba que se ejerciten conjuntos específicos de condiciones y/o bucles.

Métodos de Prueba de la caja blanca

- ✓ **La prueba del camino básico:** Esta prueba permite al diseñador de casos de prueba obtener una medida de la complejidad lógica de un diseño procedimental y usar esa medida como guía para la definición de un conjunto básico de caminos de ejecución.
- ✓ **La prueba de condición:** Es un método de diseño de casos de prueba que ejercita las condiciones lógicas contenidas en el módulo de un programa.
- ✓ **La prueba de flujo de datos:** Se selecciona caminos de prueba de un programa de acuerdo con la ubicación de las definiciones y los usos de las variables del programa.
- ✓ **La prueba de bucles:** Es una técnica de prueba de caja blanca que se centra exclusivamente en la validez de las construcciones de bucles.

Prueba de caja negra: Son las pruebas que se llevan a cabo sobre la interfaz del software.

Técnicas de prueba de Caja Negra.

Para desarrollar la prueba de caja negra existen varias técnicas, entre ellas están: (Pressman, 2000)

- ✓ **Técnica de la Partición de Equivalencia:** esta técnica divide el campo de entrada en clases de datos que tienden a ejercitar determinadas funciones del *software*.
- ✓ **Técnica del Análisis de Valores Límites:** esta Técnica prueba la habilidad del programa para manejar datos que se encuentran en los límites aceptables.
- ✓ **Técnica de Grafos de Causa-Efecto:** es una técnica que permite al encargado de la prueba validar complejos conjuntos de acciones y condiciones.

2.8.1 Herramientas, Técnicas y Metodologías utilizadas en las actividades del Plan

En este punto se define un listado con las herramientas, técnicas y metodologías que se utilizan para el desarrollo de las actividades dirigidas a garantizar la calidad del software durante todo su ciclo de vida.

A continuación se mencionan las herramientas, técnicas y metodologías utilizadas en las actividades del Plan de Calidad:

- ✓ Se utilizarán varias técnicas de revisiones como son las RTF y sus directrices
- ✓ Serán utilizadas listas de chequeo para el desarrollo de las revisiones.
- ✓ Se utilizarán las metodologías de RUP y XP para apoyar el establecimiento de la estrategia de prueba, el plan de prueba y los casos de prueba.
- ✓ Plantillas del expediente de proyecto establecido por la CC para registrar la documentación del proyecto.
- ✓ Estándares y Normas de IEEE, ISO.
- ✓ Libro oficial de CMMI v1.2.
- ✓ Regulaciones y normas establecidas por la dirección de informatización, dirección de diseño y la dirección de técnica de la IP.
- ✓ Documento Plan desarrollo de Software.
- ✓ Documento Plan de gestión de requisitos.

2.9 Administración de Configuración

En este punto se hace referencia al Plan de Administración de Configuración del proyecto, donde se explican detalladamente las actividades que se desarrollan en este proceso, los roles que intervienen en el mismo, y se manifiestan los pasos a seguir para realizar los cambios.

El objetivo de la Administración de la Configuración es mantener la integridad de los productos que se obtienen a lo largo del desarrollo de los sistemas de información, garantizando que no se realizan cambios incontrolados y que todos los participantes en el desarrollo del sistema disponen de la versión adecuada de los productos que manejan.

Capítulo 2: Propuesta del Plan de SQA

La Administración de Configuración se realiza durante todas las actividades asociadas al desarrollo del sistema, y continúa registrando los cambios hasta que éste deja de utilizarse.

En el desarrollo de software, los cambios son inevitables, debidos principalmente a modificaciones de requisitos y fallos. Normalmente, se trabaja en equipo por lo que es preciso llevar un control y registro de los cambios con el fin de reducir errores, y aumentar la calidad y la productividad.

En esta investigación se proponen las actividades que deben estar implícitas en el proceso de Administración de la Configuración para el Departamento de Producción de Materiales Educativos del Centro de Tecnologías para la Formación:

- ✓ **Implementación del Proceso:** Se desarrolla un Plan de Administración de Configuración que describe las actividades de Administración de Configuración, los procedimientos y el cronograma para su realización, y los responsables de dichas actividades. Dicho plan debe ser documentado e implementado.
- ✓ **Identificación de la Configuración:** Se establece un esquema de identificación de los elementos de software y sus versiones a ser controlados por el proyecto.
- ✓ **Control de la Configuración:** Se identifican y registran las solicitudes de cambio, se analiza y evalúa los cambios, se aprueba o rechaza la solicitud, se implementa, verifica y distribuye el elemento de software modificado.
- ✓ **Contabilidad de Estado de la Configuración:** Se preparan registros de Administración y reportes de estado que muestren el estado e historia de los elementos de software controlados, incluyendo líneas base.
- ✓ **Evaluación de la Configuración:** Se determina y asegura que los elementos de software sean funcionalmente (versus sus requerimientos) y físicamente completos (es decir, si su diseño y Código reflejan una descripción técnica actualizada).
- ✓ **Gestión de actualización y distribución:** Se controla formalmente la actualización y distribución de los productos de software.

2.10 Registros de Calidad

En esta sección se detalla la documentación que se pretende producir por el grupo de SQA durante el tiempo de vida del proyecto, o sea, se describen los registros de calidad, cómo y dónde será guardado

Capítulo 2: Propuesta del Plan de SQA

cada tipo de registro y por cuánto tiempo. El líder del proyecto decidirá donde serán ubicados los registros de calidad.

Registro	Descripción	Tiempo de duración	Ubicación
Plan de Prueba	Deja constancia de los roles, responsabilidades, escenarios de pruebas, recursos de sistema, los requisitos a probar, descripción del flujo de trabajo, y evaluación de los resultados de las pruebas.	Durante todo el ciclo de vida del proyecto	
Diseños de Casos de Pruebas	Aquí se registrarán aspectos tales como, el nombre del caso de prueba ejecutado, la fecha y hora de la ejecución, la salida obtenida, y el resultado de la comparación entre la salida obtenida con la salida esperada.	Durante todo el ciclo de vida del proyecto	
Listas de Chequeos	Se usarán como herramientas para desarrollar las actividades de revisiones y auditorías. Servirán además para dejar constancia de la realización de las actividades y como fuente de datos para la aplicación de métricas.	Durante todo el ciclo de vida del proyecto	
Informes de revisiones	Este informe contendrá el resultado de las evaluaciones de los elementos que poseen diferencias con los resultados planeados y las recomendaciones de mejoras.	Durante todo el ciclo de vida del proyecto	
Informes de auditorías	En este documento se explican los hallazgos, las causas y condiciones que originan las deficiencias detectadas.	Durante todo el ciclo de vida del proyecto	
Informe de No Conformidades	En el mismo se documentará detalladamente los defectos encontrados al	Durante todo el ciclo de vida del proyecto	

Capítulo 2: Propuesta del Plan de SQA

	artefacto examinado.		
Informe de respuesta a No Conformidades	A través de este registro se le da seguimiento a las no conformidades identificadas en cualquiera de los tipos de actividades para el SQA que hayan sido ejecutadas.	Durante todo el ciclo de vida del proyecto	

Tabla 5 Descripción de los registros de calidad.

2.11 Entrenamiento

Aquí se creará una lista de las actividades de entrenamiento, que servirán para que el equipo de calidad ejecute las actividades de aseguramiento de la calidad establecidos en el plan, logrando buenos resultados.

Se precisa que todas las personas que estén involucradas en el desarrollo del proyecto, tengan el nivel de conocimientos requerido para el cumplimiento de las actividades que le correspondan según el rol que desempeñen.

Es importante que los trabajadores del proyecto cursen determinadas asignaturas que les ayude a capacitarse y así lograr que las actividades sean realizadas con óptimos resultados.

Estas asignaturas son:

Cursos y Capacitaciones	Descripción
Introducción a la Calidad	<ul style="list-style-type: none">✓ Caracterizar los elementos conceptuales asociados a la Calidad y a la calidad del software.✓ Caracterizar los procesos asociados al Aseguramiento de la Calidad.
Proceso de Desarrollo de Software	<ul style="list-style-type: none">✓ Caracterizar el Proceso de Desarrollo de Software.✓ Caracterizar las principales metodologías que se utilizan para modelar el ciclo de vida de un software.✓ Profundizar en RUP como proceso, y en sus principales artefactos.
Pruebas de Software	<ul style="list-style-type: none">✓ Definir los conceptos de pruebas de software, caso de uso, caso de pruebas, estrategias de pruebas, niveles, métodos

Capítulo 2: Propuesta del Plan de SQA

	<p>y tipos de pruebas.</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Caracterizar el proceso de pruebas de software en la UCI.✓ Aplicar Casos de pruebas y listas de chequeos.✓ Elaborar el reporte de no conformidad.
Administración de la Calidad de Software	<ul style="list-style-type: none">✓ Administrar elementos y funciones del Aseguramiento de la Calidad del Software.✓ Valorar el estado de un proceso a través de evaluaciones.
Administración de Configuración de Software	<ul style="list-style-type: none">✓ Caracterizar el Proceso de Gestión de Configuración de Software.✓ Describir los artefactos que se generan como resultado de dicho proceso.✓ Identificar cada uno de los roles que intervienen en la Gestión de Configuración, y las responsabilidades que tienen asignadas.
Estudio de Métricas	<ul style="list-style-type: none">✓ Estudiar de las diferentes métricas y su empleo.✓ Evaluar los requisitos de calidad y el diseño del software.
Revisiones y Auditorías	<ul style="list-style-type: none">✓ Estudiar revisiones y auditorías que pueden llevarse a cabo durante el proceso de desarrollo de software educativo.
Diseño de Casos de Prueba	<ul style="list-style-type: none">✓ Realizar de forma satisfactoria las pruebas a los diferentes módulos.
Prueba y Evaluación de Software	<ul style="list-style-type: none">✓ Abordar los tipos y estrategias de pruebas específicas a realizar a un software educativo.
Herramientas y Técnicas	<ul style="list-style-type: none">✓ Realizar un estudio de las diferentes técnicas y herramientas a utilizar de acuerdo con su funcionalidad para el desarrollo del software.
Estándares y Guías	<ul style="list-style-type: none">✓ Estudiar estándares y guías que servirán de apoyo para el desarrollo de las actividades de cada trabajador según el rol que desempeñe.
Programación	<ul style="list-style-type: none">✓ Identificar y corregir los errores que se encuentren en el código del software.

Tabla 6 Cursos para la capacitación.

Conclusiones del Capítulo 2

En el capítulo se definieron las principales actividades de aseguramiento a desarrollar durante el ciclo de vida de los proyectos como son las revisiones y auditorías, además se fundamenta la elección de los diferentes estándares, métricas, pruebas y herramientas a utilizar, se definen los registros y los objetivos de calidad así como las actividades de entrenamiento que se deben realizar en el Departamento para garantizar que los trabajadores cuenten con el nivel de conocimiento requerido para desempeñarse según sus roles.

Capítulo 3 “Validación de la solución propuesta.”

3.1 Introducción

A través de este capítulo se efectuará la validación mediante el Método Experto, donde cada experto realizará un análisis cuantitativo de la propuesta, con el cual se obtendrá el posible nivel de aceptación. Se procederá, además, a la aplicación del plan de SQA en algunos de los proyectos pertenecientes al Departamento de Producción de Materiales Educativos para obtener resultados reales.

Los métodos de expertos utilizan como fuente de información un grupo de personas a las que se supone un conocimiento elevado de la materia que se va a tratar.

Los métodos de expertos tienen las siguientes ventajas:

- ✓ La información disponible está siempre más contrastada que aquella de la que dispone el participante mejor preparado, es decir, que la del experto más versado en el tema. Esta afirmación se basa en la idea de que varias cabezas son mejor que una.
- ✓ El número de factores que es considerado por un grupo es mayor que el que podría ser tenido en cuenta por una sola persona. Cada experto podrá aportar a la discusión general la idea que tiene sobre el tema debatido desde su área de conocimiento.

Sin embargo, estos métodos también presentan inconvenientes, como son:

- ✓ La desinformación que presenta el grupo, como mínimo, es tan grande como la que presenta cada individuo aislado. Se supone que la falta de información de unos participantes es solventada con la que aportan otros, aunque no se puede asegurar que esto suceda.
- ✓ La presión social que el grupo ejerce sobre sus participantes puede provocar acuerdos con la mayoría, aunque la opinión de ésta sea errónea. Así, un experto puede renunciar a la defensa de su opinión ante la persistencia del grupo en rechazarla.
- ✓ El grupo hace de su supervivencia un fin. Esto provoca que se tienda a conseguir un acuerdo en lugar de producir una buena previsión.
- ✓ En estos grupos hay veces que el argumento que triunfa es el más citado, en lugar de ser el más válido.
- ✓ Estos grupos son vulnerables a la posición y personalidad de algunos de los individuos. Una persona con dotes de comunicador puede convencer al resto de individuos, aunque su opinión no

sea la más acertada. Esta situación se puede dar también cuando uno de los expertos ocupa un alto cargo en la organización, ya que sus subordinados no le rebatirán sus argumentos con fuerza.

- ✓ Puede existir un sesgo común a todos los participantes en función de su procedencia o su cultura, lo que daría lugar a la no aparición en el debate de aspectos influyentes en la evolución. Este problema se suele evitar con una correcta elección de los participantes.

El método de expertos ideal sería aquel que extrajese los beneficios de la interacción directa y eliminase sus inconvenientes. Esta intenta ser la filosofía de la metodología Delphi.

3.2 Características del método Delphi

El método Delphi pretende extraer y maximizar las ventajas que presentan los métodos basados en grupos de expertos y minimizar sus inconvenientes. Para ello se aprovecha la concordancia del debate en el grupo y se eliminan las interacciones sociales indeseables que existen dentro de todo grupo. De esta forma, se espera obtener un consenso lo más fiable posible del grupo de expertos.

Este método presenta tres características fundamentales:

- ✓ Anonimato: Durante un Delphi, ningún experto conoce la identidad de los otros que componen el grupo de debate. Esto tiene una serie de aspectos positivos, como son:
 - Impide la posibilidad de que un miembro del grupo sea influenciado por la reputación de otro de los miembros o por el peso que supone oponerse a la mayoría. La única influencia posible es la de la congruencia de los argumentos.
 - Permite que un miembro pueda cambiar sus opiniones sin que eso suponga una pérdida de imagen.
 - El experto puede defender sus argumentos con la tranquilidad que da saber que en caso de que sean erróneos, su equivocación no va a ser conocida por los otros expertos.
- ✓ Iteración y realimentación controlada: La iteración se consigue al presentar varias veces el mismo cuestionario. Como, además, se van presentando los resultados obtenidos con los cuestionarios anteriores, se consigue que los expertos vayan conociendo los distintos puntos de vista y puedan ir modificando su opinión si los argumentos presentados les parecen más apropiados que los suyos.

- ✓ Respuesta del grupo en forma estadística: La información que se presenta a los expertos no es sólo el punto de vista de la mayoría, sino que se presentan todas las opiniones indicando el grado de acuerdo que se ha obtenido.

3.3 Selección de los expertos

En la selección de los expertos se tuvo en cuenta la competencia del experto sobre el tema, ésta se midió a partir de obtener el coeficiente K (coeficiente de competencia del experto) mediante la siguiente expresión:

$$K = \frac{1}{2} (K_c + K_a)$$

Donde:

- ✓ K: coeficiente de competencia.
- ✓ K_c: coeficiente de conocimiento sobre el tema que se le pide opinión.
- ✓ K_a: coeficiente de argumentación.
- ✓ Si $0,8 < K < 1,0$ entonces el coeficiente de competencia es alto.
- ✓ Si $0,5 < K < 0,8$ entonces el coeficiente de competencia es medio.
- ✓ Si $K < 0,5$ entonces el coeficiente de competencia es bajo.

El coeficiente de conocimiento se obtiene de una tabla, ver [ANEXO 8](#), en la que el supuesto experto marcará un valor entre 0 y 10 sobre el conocimiento que posea sobre el tema que se ha sometido a su consideración, y que después se multiplicará por 0.1 para ajustarla a la teoría de las probabilidades.

El coeficiente de argumentación se obtiene de la tabla en la que el posible experto marcará el grado de influencia que considera que tiene en cada una de las fuentes de argumentación ([ANEXO 8](#)).

Los expertos seleccionados deben tener un coeficiente de competencia alto o medio.

3.4 Guía para la Validación

Para la validación de la propuesta se determinaron los siguientes pasos.

1. Se elaboraron los criterios de evaluación de acuerdo con las características de la propuesta y se organizaron en grupos acordes a sus categorías.

Capítulo 3: Validación de la propuesta

	Grupo No. 1: Criterios de mérito científico.
1	Valor científico de la propuesta
2	Calidad de la investigación.
3	Aporte científico.
4	Responsabilidad científica y profesionalidad del investigador.
	Grupo No. 2: Criterios implantación.
5	Satisfacción de las necesidades del centro.
6	Necesidad del empleo de la propuesta.
	Grupo No. 3: Criterios de flexibilidad.
7	Adaptabilidad a proyectos que producen software educativo.
8	Facilidad de entendimiento.
9	Facilidad de aplicación.
10	Flexibilidad en la interpretación de los resultados después de la aplicación.
	Grupo No. 4: Criterios de impacto.
11	Aceptación de la propuesta.
12	Posibilidades de aplicación.
13	Organización en el proceso de aplicación.
14	Impacto en el área a la cual está destinada.

Tabla 7 Criterios de evaluación

2. A cada grupo de criterios se le asignó un peso de acuerdo con los intereses a evaluar y al porcentaje que representa cada grupo del total.

Grupo No.1..... 30

Grupo No.2..... 15

Grupo No.3..... 30

Grupo No.4..... 25

Capítulo 3: Validación de la propuesta

3. Se realizó la selección del panel de expertos con una cantidad mínima de 7 expertos teniendo en cuenta su categoría docente, grado científico, años de experiencia docente y años de experiencia en la calidad de software.
4. Se le entregó a cada experto la propuesta de solución para el estudio del tema a evaluar y dos encuestas, una para la valoración del peso relativo a cada criterio (ver [ANEXO 7](#)) y otra para la evaluación cuantitativa de su participación en asuntos referentes al aseguramiento de la calidad (ver [ANEXO 8](#)).
5. Luego de haberle otorgado por parte de los expertos un peso a cada criterio se construyó la Tabla 8:

Grupo	C/E	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	Ep
G1-30	C1	5	7	8	9	7	9	9	7,714287
	C2	5	8	7	9	7	8	5	7
	C3	5	10	8	6	10	6	9	7,714287
	C4	15	5	7	6	6	7	7	7,571428
G2-15	C5	5	6	5	7	6	7	7	6,142857
	C6	10	9	10	8	9	8	8	8,857142
G3-30	C7	5	5	12	7	7	8	6	7,142857
	C8	10	7	8	9	10	9	10	9
	C9	10	8	7	9	8	7	9	8,285714

Capítulo 3: Validación de la propuesta

	C10	5	10	3	5	5	6	5	5,571428
G4-25	C11	5	7	5	6	5	6	7	5,857142
	C12	10	5	7	7	9	7	8	7,571428
	C13	5	5	5	6	6	6	4	5,285714
	C14	5	8	8	6	5	6	6	6,285714
Total		100	100	100	100	100	100	100	100

Tabla 8 Resultado del trabajo de los expertos.

6. Se verificó la consistencia en el trabajo de los expertos, para lo que se utilizó el coeficiente de concordancia de Kendall y el estadígrafo Chi cuadrado (X_2).

Para ello se siguió el procedimiento posterior:

Sea C el número de criterios que se evaluó y E el número de expertos que realizaron la evaluación.

- ✓ Para cada criterio se determinó:

ΣE : Sumatoria del peso dado por cada experto.

E_p : Puntuación promedio del peso dado por cada experto.

$M\Sigma E$: media de los ΣE .

ΔC : Diferencia entre ΣE y $M\Sigma E$.

- ✓ Se determinó la desviación de la media, que posteriormente se eleva al cuadrado para obtener la dispersión (S) por la expresión:

$$S = \Sigma (\Sigma E - \Sigma \Sigma E / C)^2$$

Capítulo 3: Validación de la propuesta

	ΣE	$\Sigma E/C$	$\Sigma E - \Sigma \Sigma E / C$	$(\Sigma E - \Sigma \Sigma E / C)^2$
C1	54	3,8571	4	16
C2	49	3,5	-1	1
C3	54	3,8571	4	16
C4	53	3,7857	3	9
C5	43	3,0714	-7	49
C6	62	4,4285	12	144
C7	50	3,5714	0	0
C8	63	4,5	13	169
C9	58	4,1428	8	64
C10	39	2,7857	-11	121
C11	41	2,9285	-9	81
C12	53	3,7857	3	9
C13	37	2,6428	-13	169
C14	44	3,1428	-6	36

Capítulo 3: Validación de la propuesta

$\Sigma \Sigma E / C$	50
$S = \Sigma (\Sigma E - \Sigma \Sigma E / C)^2$	884

Tabla 9 Cálculo de la dispersión(S) para hallar la concordancia entre los expertos.

- ✓ Conociendo la dispersión se calculó el coeficiente de concordancia de Kendall (W)

$$W = S / E_2 (C_3 - C) / 12$$

- ✓ Con el coeficiente de concordancia de Kendall se calculó el Chi cuadrado real.

$$X_2 = E (C-1) W$$

Los valores obtenidos se muestran en la Tabla 10.

Expertos/ Criterios	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	ΣE	E_p	ΔC	ΔC_2
C1	5	7	8	9	7	9	9	54	7,714287	4	16
C2	5	8	7	9	7	8	5	49	7	-1	1
C3	5	10	8	6	10	6	9	54	7,714287	4	16
C4	15	5	7	6	6	7	7	53	7,571428	3	9
C5	5	6	5	7	6	7	7	43	6,142857	-7	49
C6	10	9	10	8	9	8	8	62	8,857142	12	144

Capítulo 3: Validación de la propuesta

C7	5	5	12	7	7	8	6	50	7,142857	0	0
C8	10	7	8	9	10	9	10	63	9	13	169
C9	10	8	7	9	8	7	9	58	8,285714	8	64
C10	5	10	3	5	5	6	5	39	5,571428	-11	121
C11	5	7	5	6	5	6	7	41	5,857142	-9	81
C12	10	5	7	7	9	7	8	53	7,571428	3	9
C13	5	5	5	6	6	6	4	37	5,285714	-13	169
C14	5	8	8	6	5	6	6	44	6,285714	-6	36
DC	100	100	100	100	100	100	100	100	99,9714	0	884
M ΣE	50										
W	0,07930										
X₂	7,2163										
X₂ (α, c-1)	27,6882										

Tabla 10 Cálculo de la concordancia de Kendall.

- ✓ Con el Chi cuadrado calculado se comparó el obtenido de las tablas estadísticas. Como se cumple:
X₂ real < X₂ (α , c-1) Existe concordancia en el trabajo de expertos.

Capítulo 3: Validación de la propuesta

7. Después de comprobar la consistencia del trabajo de expertos se pudo definir el peso relativo de cada criterio (P).
8. Conociendo el peso de cada criterio y la calificación dada por los expertos en una escala de 1-5 se pudo construir la Tabla 11, para obtener el valor de $P \times c$., donde (c), es el criterio promedio concebido por los expertos y se calculó el Índice de Aceptación (IA).

Donde $IA = \Sigma (P \times c) / 5$.

Criterios	Calificación (c)					P	P x c
	1	2	3	4	5		
C1				X		0,07714287	0,308
C2				X		0,07	0,28
C3				X		0,07714287	0,308
C4				X		0,07571428	0,302
C5			X			0,06142857	0,184
C6					X	0,08857142	0,442
C7				X		0,07142857	0,285
C8					X	0,09	0,45
C9				X		0,08285714	0,331
C10			X			0,05571428	0,165

Capítulo 3: Validación de la propuesta

C11			X			0,05857142	0,175
C12				X		0,07571428	0,302
C13			X			0,05285714	0,158
C14			X			0,06285714	0,188
$\Sigma (P \times c)$	3,876						
IA	0,7756						

Tabla 11 Calificación de cada criterio.

9. Por último, se determinó la probabilidad de éxito de la propuesta según los rangos predefinidos de Índice de Aceptación:

Rangos predefinidos de Índice de Aceptación.

$IA > 0,7$ Existe alta probabilidad de éxito

$0,7 > IA > 0,5$ Existe probabilidad media de éxito

$0,5 > IA > 0,3$ Probabilidad de éxito baja

$0,3 > IA$ Fracaso seguro

Como $IA = 0,7756$ se ubica en el primer rango, la probabilidad de éxito de la propuesta es alta.

Resultados de la Evaluación por el Método Experto

Después de haber procesado las encuestas se determinó que todos los expertos estuvieron de acuerdo en que es de suma importancia la elaboración y aplicación de la propuesta de plan de aseguramiento de la calidad que sirve de guía a estos proyectos. El por qué de esa respuesta predominó en que todo plan permite organizar, controlar y vigilar la calidad del producto a desarrollar desde sus inicios. Además, con el cálculo realizado se obtuvo que el índice de aceptación de la propuesta es alto, por lo que será factible su aplicación. Al mismo tiempo, fue informado que tendrá

Capítulo 3: Validación de la propuesta

impacto en el área al que será aplicada debido a la necesidad urgente de su empleo, igualmente se obtuvo que la propuesta es fácil de entender, fácil de aplicar y adaptable a proyectos de software educativo.

Resultados de la Evaluación a través de la aplicación a proyectos pertenecientes al Departamento de Producción de Materiales Educativos

La propuesta fue aplicada a dos de los proyectos, obteniéndose como resultado que su aplicación es necesaria para organizar eficientemente actividades de aseguramiento de la calidad, importantes para producir software con calidad, dada su facilidad de entendimiento y utilización. Los aportes más significativos se realizaron en las métricas, pruebas, actividades de entrenamiento y en las revisiones y auditorías, brindando evaluaciones excelentes a puntos como pruebas y actividades de entrenamiento, además, se debe ultimar que los líderes consideran la propuesta adaptable a sus proyectos.

3.5 Conclusiones del Capítulo 3

Durante el transcurso de la evaluación de la propuesta, mediante los expertos encuestados y la aplicación a dos de los 5 proyectos, se pudo llegar a la conclusión que el plan debe ser puesto en práctica, ya que propone las actividades más importantes para llevar a cabo el aseguramiento de la calidad y con su aplicación los resultados del Departamento, indudablemente, incidirán en una notable mejoría.

Conclusiones Generales

Durante el proceso de la investigación se cumplió con los objetivos propuestos ya que:

- Se hizo un análisis profundo sobre aspectos concernientes al aseguramiento de la calidad de software, adquiriendo así los conocimientos necesarios para poder desarrollar la propuesta y para que el proceso de la investigación fuera factible.
- Se realizó la propuesta agrupando las actividades de aseguramiento y control de la calidad que se deben aplicar en el departamento para lograr que los productos tengan la calidad requerida.
- La propuesta fue validada a través del Método Delphi como una variante de los Métodos Expertos, y también la misma fue aplicada a los proyectos pertenecientes al departamento, donde a través de encuestas y criterios fue evaluada la probabilidad de éxito de la misma.

Concluyendo que con la aplicación de la propuesta:

Se aportará confianza en que el producto de software satisface los requisitos establecidos de acuerdo con las necesidades del cliente y con la puesta en práctica de la propuesta realizada en este trabajo se logrará el aseguramiento de la calidad en los proyectos pertenecientes al Departamento.

Recomendaciones

Para el uso de la propuesta del Plan de Aseguramiento de la Calidad para el Departamento de Producción de Materiales Educativos del Centro de Tecnologías para la Formación se recomienda a los miembros del equipo de calidad del proyecto:

- Aplicar la propuesta en todos los proyectos pertenecientes al Departamento de Producción de Materiales Educativos del Centro de Tecnologías para la Formación.
- Desarrollar un Plan de Métricas en el cual se incluyan, además de las que fueron propuestas en el plan, otros tipos de métricas para realizar mediciones tanto al proceso como al producto software.
- Desarrollar un Plan de Pruebas utilizando la plantilla propuesta en este trabajo, en el cual se especifiquen los distintos tipos de pruebas propuestas.
- Desarrollar un Plan de Administración de Configuración definiendo en él las actividades específicas para proyectos que producen software educativo.
- Elaborar un cronograma real para las actividades de revisiones y auditorías especificadas.

Referencias Bibliográficas

- Acosta, Maylén y Godínez, Lilibeth. 2009.** *Propuesta de métricas orientadas al software educativo.* Habana, Cuba : s.n., 2009.
- Agüero, Dennis Neuland. 2008.** *Áreas del Aseguramiento de la Calidad.* Habana, Cuba : s.n., 2008.
- Almira, Zenia Macias. 2009.** *Propuesta de Plan de Aseguramiento de la Calidad para el Centro de Soluciones de Gestión. Tesis de Diploma.* Habana, Cuba : s.n., 2009.
- Brualla, Cecilia Rigonini.** *CMMI: mejora del proceso en Fábricas de Software.* España : s.n.
- Cataldi, Zulma. 2000.** *Metodología de diseño, desarrollo y evaluación de software educativo. Tesis de Magíster.* 2000.
- Dapena, Martha Dunia Delgado. 2005.** *Propuesta de introducción de las revisiones en el proceso de desarrollo de software.* 2005.
- García, M.** Introducción a los conceptos de calidad. [En línea] [Citado el: 2 de diciembre de 2009.] <http://www.mgar.net/soc/isointro.htm>.
- Gómez, Yordanys Piñeiro y Gallardo Collazo, Jacqueline. 2007.** *Principios estratégicos para la guía del proceso de desarrollo de software educativo en la UCI.* Habana, Cuba : s.n., 2007.
- IEEE. 1989.** *ANSI/IEEE std 1028-1988 IEEE standards for software reviews and audits.* 1989.
- . **1994.** *Software Engineering Standards, IEEE Computer Society.* 1994.
- . **1997.** *Standards for Software Reviews IEEE std 1028-1997.* 1997.
- Infraestructura de Producción . 2009.** *Programa de Mejora, 5202_Guía de Planificación.* Habana, Cuba : s.n., 2009.
- IPP – 3522 . 2008.** *Evaluación de la adherencia de PP. Junio 2008*
- ISO. 2002.** *ISO 9126-3 Métricas Internas de la Calidad del Producto de Software.*

ISO. 2002. *ISO 19011: Auditorías de gestión de calidad y/o ambiental.* 2002.

—. **2002.** *ISO 19011:2002 Auditorías de gestión de calidad y/o ambiental.* 2002.

Jacobson, J., Booch, G. y Rumbaugh, J. 2000. *El proceso unificado de desarrollo de software.* s.l. : Addison-Wesley, 2000.

Jáuregui, J. A. 2003. *Administración de la Calidad. Bases Teóricas y metodologías del Modelo de Calidad Total.* 2003.

Lebrún, Carlos Vega y Santillan García, Arturo. 2000. *Mejores Práctica para el establecimiento y aseguramiento de la Calidad de Software.* 2000.

LLerena, Gloria María Guerrero. *Experiencias en la implantación de un sistema de gestión de la calidad para el proceso de producción de software .* Cuba : s.n.

Lovelle, Juan Manuel Cueva. 1999. *Conferencia Calidad del Softwae .* España : s.n., 1999.

1999. *Manual de Calidad Anexo 6:Auditorías internas.* s.l. : Corporación UNECA S.A, 1999.

Pressman, Roger S. 2002. *Ingeniería de Software.Un enfoque práctico.Quinta edición.* s.l. : Mc Graw Hill, 2002.

Pressman, Roger S. 2005. *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico.* s.l. : Félix Varela, 2005.

Santana, Ilidian Guzmán. 2008. *Plan de SQA para proyectos de software sobre arquitectura MDA. Tesis de Diploma.* Habana,Cuba : s.n., 2008.

Sistemas de información. **Mendoza, E. L. 2001.** 2001, Vol. 3.

Solís, Manuel Calero. 2003. *Una explicación de la programación extrema(XP).* 2003.

Un enfoque actual sobre la calidad de software. **Carrasco, Oscar M. Fernández. 1995.** s.l. : Revista de Ciencias Médicas, 1995, Vol. 3.

Vanega, Joe Fernández. 2010. *Centro de Tecnologías para la Formación.* Habana, Cuba, 3 de 3 de 2010.

Vázquez, Dariel López y Cruz Felipe, Yeter. 2008. *Guía para la elaboración y planificación del Plan de Aseguramiento de la Calidad para el Polo Sistemas Geológicos(Facultad 9).* Habana, Cuba : s.n., 2008.

Bibliografía

1. **Pressman, Roger S.** *Ingeniería de Software.Un enfoque práctico.*Quinta edición. s.l. : Mc Graw Hill, 2002.

2. **Aguero, Dennis Neuland.** *Áreas del Aseguramiento de la Calidad.* Habana, Cuba : s.n., 2008.

3. **Almira, Zenia Macias.** *Propuesta de Plan de Aseguramiento de la Calidad para el Centro de Soluciones de Gestión.Tesis de Diploma.* Habana, Cuba : s.n., 2009.

4. **Cataldi, Zulma.** *Metodología de diseño, desarrollo y evaluación de software educativo. Tesis de Magíster.* 2000.

5. **Santana, Ildian Guzmán.** *Plan de SQA para proyectos de software sobre arquitectura MDA. Tesis de Diploma.* Habana,Cuba : s.n., 2008.

6. **Brualla, Cecilia Rigonini.** *CMMI:mejora del proceso en Fábricas de Software.* España : s.n.

7. **Gómez, Yordanys Piñeiro y Gallardo Collazo, Jacqueline.** *Principios estratégicos para la guía del proceso de desarrollo de software educativo en la UCI.* Habana, Cuba : s.n., 2007.

8. **Pressman, Roger S.** *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico.* s.l. : Félix Varela, 2005.

9. **ISO.** *ISO 19011: Auditorías de gestión de calidad y/o ambiental.* 2002.

10. **Dapena, Martha Dunia Delgado.** *Propuesta de introducción de las revisiones en el proceso de desarrollo de software.* 2005.

11. **Lovelle, Juan Manuel Cueva.** *Conferencia Calidad del Software .* España : s.n., 1999.

12. **IEEE**. *Software Engineering Standards*, IEEE Computer Society. 1994.
13. **Lebrún, Carlos Vega y Santillan García, Arturo**. *Mejores Práctica para el establecimiento y aseguramiento de la Calidad de Software*. 2000.
14. **Jáuregui, J. A**. *Adminisración de la Calidad. Bases Teóricas y metodologías del Modelo de Calidad Total*. 2003.
15. **García, M**. Introducción a los conceptos de calidad. [En línea] [Citado el: 2 de diciembre de 2009.] <http://www.mgar.net/soc/isointro.htm>.
16. *Un enfoque actual sobre la calidad de software*. **Carrasco, Oscar M. Fernández**. s.l. : Revista de Ciencias Médicas, 1995, Vol. 3.
17. *Sistemas de información*. **Mendoza, E. L**. 2001, Vol. 3.
18. **IEEE**. *Standards for Software Reviews IEEE std 1028-1997*. 1997.
19. —. *ANSI/IEEE std 1028-1988 IEEE stadards for software reviews an audits*. 1989.
20. **ISO**. *ISO 19011:2002 Auditorías de gestión de calidad y/o ambiental*. 2002.
21. *Manual de Calidad Anexo 6:Auditorías internas*. s.l. : Corporación UNECA S.A, 1999.
22. **LLerena, Gloria María Guerrero**. *Experiencias en la implantación de un sistema de gestión de la calidad para el proceso de producción de software* . Cuba : s.n.
23. **Jacobson, J., Booch, G. y Rumbaugh, J**. *El porceso unificado de desarrollo de software*. s.l. : Addison-Wesley, 2000.
24. **Madruga, Maylén Cepero**. *Estrategia para el aseguramiento de la calidad en poryectos de software educativos*. Cuba : s.n.
24. **Duarte, Dayannis Estrada y Romero, Elizabeth Yaimy**. *Propuesta de un plan de SQA para el Proyecto Banco*. Tesis de Diploma. Cuba : s.n., 2008.

26. **Pérez, Yalina Jiménez y Rodríguez Perdomo, Maidelyn.** *Procedimiento para el SQA en el proyecto INSIGNE. Tesis de Diploma.* 2008.
27. **Canino, Lanny Rivero y Rodríguez Martínez, Meydi Elena.** *Estrategia de SQA para el Simulador Quirúrgico.* Cuba : s.n., 2008.
28. **Almira, Zenia Macias.** *Propuesta de Plan de SQA para el Centro de Soluciones de Gestión.* Habana, Cuba : s.n., 2009.
29. **Cárdenas, Sofía Álvarez y Yanes, Humberto Fernández.** *Sitio para la implementación de las mejores prácticas de software.* Cuba : s.n.
30. **Lemus, Yudisleidys Peña y Díaz, Yuniersy Hernández .** 2007. SIMETSE. Habana, Cuba : s.n., 2009.
31. **Llerena, Gloria María Guerrero.** *Experiencias en la implantación de un sistema de gestión de la calidad para el proceso de producción del software.* Cuba : s.n.
32. **Jiménez, Yudaika Ray.** *Diseño del proceso de SQA del Software para SIGIA.* Tesis de Diploma. Cuba : s.n., 2007.
33. **Santiesteban, Yanet Coba.** *Propuesta de plan de SQA del proyecto Servicios Comunitarios.* Tesis de Diploma. Cuba : s.n., 2008.
34. **Solís, Manuel Calero.** 2003. *Una explicación de la programación extrema(XP).* 2003.
35. **Vázquez, Dariel López y Cruz Felipe, Yeter.** 2008. *Guía para la elaboración y planificación del Plan de Aseguramiento de la Calidad para el Polo Sistemas Geológicos(Facultad 9).* Habana, Cuba : s.n., 2008.
36. **Acosta, Maylén y Godínez, Lilibeth.** 2009. *Propuesta de métricas orientadas al software educativo.* Habana, Cuba : s.n., 2009.
37. **Infraestructura de Producción.** 2009. *Programa de Mejora, 5202_Guía de Planificación.* Habana, Cuba : s.n., 2009.

ANEXOS

ANEXO 1

Secciones	Descripción
Propósito	<p>Delinea el propósito específico y el alcance del plan SQA.</p> <p>Lista los nombres de los elementos software cubiertos por el plan SQA y el uso de dichos elementos.</p> <p>Determina la porción del ciclo de vida cubierta por el plan para cada elemento software.</p>
Documentos de referencia	<p>Proporciona una lista completa de cualquier documento referenciado en el plan o utilizado en su elaboración.</p>
<p>Gestión</p> <p>Organización de tareas Roles y responsabilidades Recursos estimados de garantía de calidad</p>	<p>Está muy ligado al plan del proyecto del software.</p> <p>Organización</p> <p>Describe la estructura organizativa que influye y controla la calidad del software.</p> <p>Identifica roles y responsabilidades dentro del plan SQA.</p> <p>Identifica a los responsables de preparar y mantener el plan SQA.</p> <p>Tareas</p> <p>Describe</p> <ul style="list-style-type: none"> - La porción del ciclo de vida cubierta por el plan SQA. - Las tareas a desarrollar. - Los criterios de entrada y salida para cada tarea. - Las relaciones entre estas tareas y los principales responsables. <p>Roles y responsabilidades</p> <p>Identifica los elementos organizativos específicos responsables de llevar a cabo cada tarea.</p> <p>Recursos estimados de garantía de calidad</p> <p>Proporciona la estimación de recursos y costes gastados en garantía de calidad y en las tareas de control de calidad puntos de control planeados.</p>

<p>Documentación</p> <p>Propósito</p> <p>Requisitos mínimos de documentación</p> <p>Otra documentación</p>	<p>Describe toda la documentación que se va a generar durante el proceso de desarrollo.</p> <p>Propósito</p> <p>Identifica la documentación que dirige el desarrollo, verificación y validación, uso y mantenimiento del software. Lista los documentos que serán revisados o auditados, así como los criterios de revisión.</p> <p>Requisitos mínimos de documentación</p> <p>Para asegurar que la implementación del software satisface los requisitos técnicos, se requiere como mínimo la siguiente documentación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Descripción de requisitos software. - Descripción del diseño del software. - Planes de verificación y validación. - Informe de resultados de verificación e informe de resultados de validación - Documentación de usuario. - Plan de gestión de la configuración software. <p>Descripción de requisitos software</p> <p>Describe cada uno de los requisitos esenciales del software. Cada requisito se definirá tal que pueda ser verificado y validado por un método prescrito.</p> <p>Descripción de diseño software</p> <p>Describe la estructuración del software para cumplir con los requisitos de la especificación de requisitos de software. Debe describir los componentes y subcomponentes del diseño del software.</p> <p>Planes de validación y verificación</p> <p>Estos planes se utilizan para determinar si el producto software desarrollado se ajusta a sus requisitos, y si cumple con las expectativas del usuario.</p>
--	--

	<p>Informe de resultados de verificación e informe de resultados de validación</p> <p>Describen los resultados de las actividades de verificación y planificación del software llevado a cabo según los planes descritos en el punto anterior.</p> <p>Documentación de usuario</p> <p>La documentación de usuario guía al usuario en la instalación, operación, gestión y mantenimiento de los productos software.</p> <p>Debería describir las entradas y salidas, así como los mensajes de error.</p> <p>Plan de gestión de la configuración software</p> <p>Describe el proceso de gestión de configuración software.</p> <p>Otra documentación</p> <p>Identifica otros documentos necesarios durante el proceso de desarrollo, como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plan de proceso de desarrollo. - Descripción de estándares de desarrollo de software. - Descripción de métodos/procedimientos/herramientas de IS. - Plan de gestión del proyecto de software (idealmente según IEEE Std. 1058). - Plan de Mantenimiento (idealmente según IEEE Std. 1219-1998). - Planes de seguridad del software (idealmente según IEEE Std. 1228-1994). - Plan de integración del software.
<p>Estándares, prácticas, convenciones y métricas</p> <p>Propósito</p> <p>Contenido</p>	<p>Propósito</p> <p>Identifica:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estándares. - Prácticas.

	<ul style="list-style-type: none"> - Convenciones. - Técnicas estadísticas. - Métricas aplicables al proyecto. <p>Las medidas se incluirán en las métricas utilizadas y podrían identificarse en un plan de medición independiente. También determina como se monitoriza y garantiza la conformidad con el plan.</p> <p>Contenido</p> <p>Como mínimo debe incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estándares de documentación. - Estándares de diseño. - Estándares de codificación. - Estándares de comentarios. - Prácticas y estándares de prueba. - Métricas del producto y proceso de garantía de calidad seleccionada.
<p>Revisiones del software</p> <p>Propósito</p> <p>Requisitos mínimos</p> <p>Otras revisiones y auditorías</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Determina las revisiones del software. <p>Propósito</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fija las revisiones del software. <p>Requisitos mínimos</p> <p>Como mínimo deberían producirse las siguientes revisiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisión de las especificaciones software. - Revisión del diseño arquitectónico. - Revisión del diseño detallado. - Revisión del plan de verificación y validación. - Auditoría de la funcionalidad (cumplir Especificaciones de requisitos de software). - Auditoría física (consistencia y fecha entrega). - Auditoría durante el proceso (consistencia del diseño). - Revisiones de gestión (garantizar cumplimiento del plan

	<p>SQA).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisión del plan de gestión de la configuración software. - Revisión post-implementación. <p>Otras revisiones y auditorías</p> <p>Revisión de la documentación de usuario.</p>
7. Pruebas	Identifica todas las pruebas no incluidas en el plan de verificación y validación.
8. Informe de errores y acciones correctoras	<p>Describe las prácticas y procedimientos de informe, seguimiento y resolución de problemas, tanto a nivel producto como proceso.</p> <p>Determina las responsabilidades organizativas relativas a su implementación.</p>
9. Herramientas, técnicas y metodologías	Herramientas, técnicas y metodologías utilizadas para soportar el proceso de SQA.
10. Control de medios	<p>Determina los métodos para:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificar el medio físico de cada producto software. - Protegerlo de daños durante el proceso.
11. Control de proveedor	Determina las técnicas para garantizar que el software proporcionado por proveedores externos cumple sus requisitos.
12. Colección de registros, mantenimiento y conservación	<p>Identifica la documentación SQA que no se debe tirar tras acabar el proceso.</p> <p>Determina los métodos y medios para ensamblar, archivar, salvaguardar y mantener la documentación.</p> <p>Fija el período de conservación de la información.</p>
13. Formación	Identifica las actividades de formación necesarias para satisfacer las necesidades del plan SQA.
14. Gestión del riesgo	Especifica el plan de gestión de riesgo.
15. Glosario	- Términos específicos del plan SQA.
16. Procedimiento de cambio e historial del plan de SQA.	<ul style="list-style-type: none"> - Procedimientos de modificación del plan SQA. - Procedimientos de mantenimiento del historial de

	cambios. - Historial de cambios
--	------------------------------------

Tabla de Secciones del Plan SQA propuesto por Std. 730-2002 del IEEE.

ANEXO 2

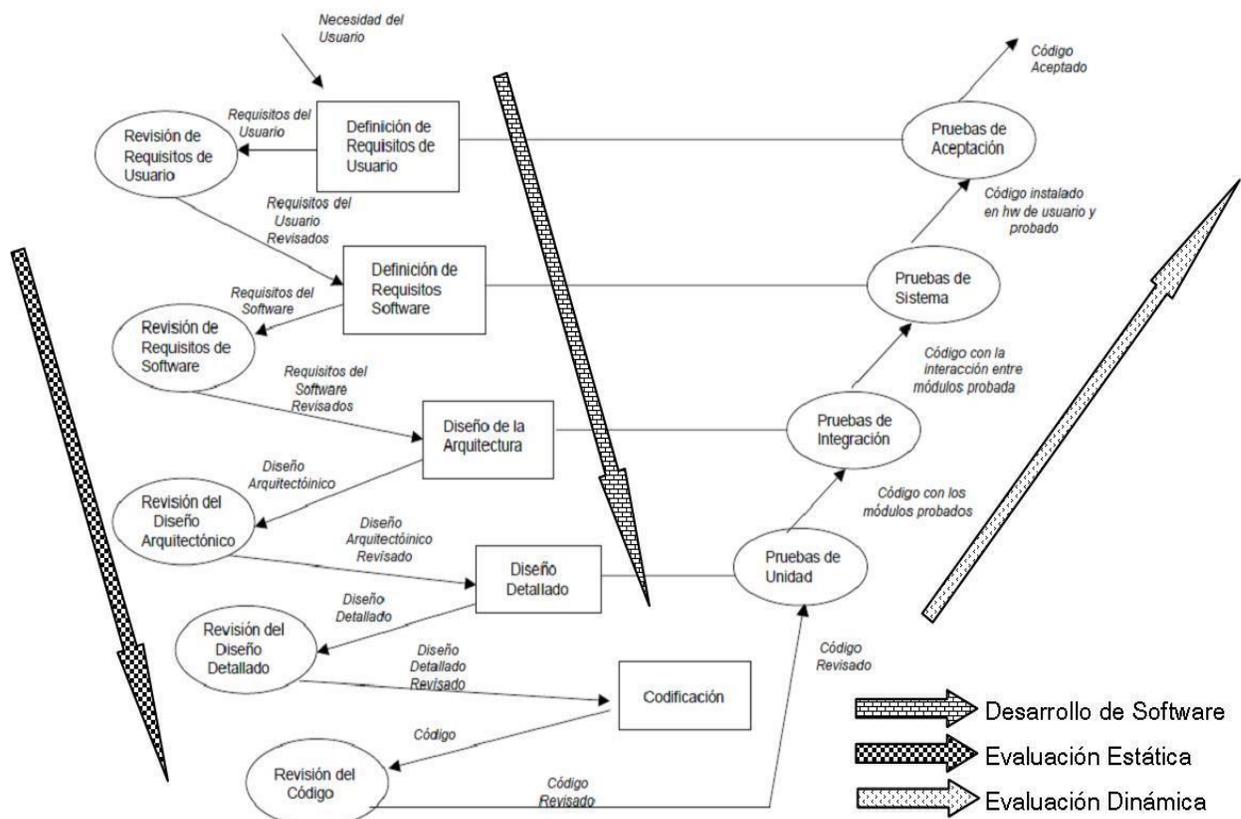


Figura 4 Principales Revisiones y Pruebas a realizar.

ANEXO 3

IPP 3522 – Evaluación de la adherencia de procesos y productos				
Criterios de Entrada		Se realizan las evaluaciones de Adherencia al Proceso y el Producto al final de cada fase o según la guía de adaptación en mutuo acuerdo con los involucrados. (Plan de PPQA)		
Criterios de Salida		Se comunican los resultados de la evaluación a través del Informe de la evaluación a los interesados. (Minutas de reunión, Listas de verificación (llenas), Registro de NC y AC del proyecto, Registro de NC y AC de PPQA, Informes de evaluaciones (de revisiones y revisores)).		
Roles	Entrada	Control	Actividades	Salida
			Inicio	
- Jefe de proyecto - Equipo de trabajo - Revisor Líder - Revisores	- Plan de PPQA	- Plantilla de minuta de reunión	1. Reunión de Inicio	- Minuta de reunión
- Jefe de proyecto - Equipo de trabajo - Revisor Líder - Revisores	- Plan de PPQA - Listas de verificación (para procesos y productos)	- Plantillas de Listas de Verificación (para procesos y productos)	2. Aplicar Listas de verificación y entrevistas	- Listas de verificación (llenas)
- Revisor Líder - Revisores	- Listas de verificación (llenas) - Registro de NC y AC del proyecto	- Plantilla de Registro de NC y AC de PPQA - Plantilla para el Informe de evaluación	3. Preparar los resultados de la evaluación	- Registro de NC y AC de PPQA (actualizado) - Informe de evaluación (de revisión creado)
- Jefe de proyecto - Equipo de trabajo - Revisor Líder - Revisores - Administrador de la calidad.	- Informe de evaluación. - Registro de NC y AC del proyecto - Registro de NC y AC de PPQA	- Plantilla de minuta de reunión	4. Comunicar los resultados de las evaluaciones	- Registro de NC y AC del proyecto (actualizado y comunicado) - Registro de NC y AC de PPQA (actualizado) - Minuta de reunión - Informe de evaluación (de revisión actualizado y comunicado)
- Jefe de proyecto - Equipo de trabajo	- Informe de evaluación. - Registro de NC y AC del proyecto		5. Analizar los resultados de las evaluaciones	
- Jefe de proyecto - Equipo de trabajo - Revisor Líder - Coordinador de PPQA	- Registro de NC y AC de PPQA - Registro de NC y AC del proyecto - Listas de verificación	- Plantilla de Registro de NC y AC del proyecto - Plantillas de Listas de Verificación (para procesos y productos) - Listas de verificación (para evaluación de revisores) - Plantilla para el Informe de evaluación	6. Entrega de acciones correctivas	- Registro de NC y AC del proyecto (actualizado) - Registro de NC y AC de PPQA (actualizado) - Informe de evaluación (de revisores)
			Fin	

Tabla 12 Evaluación de la adherencia de procesos y productos.

ANEXO 4

- Introducción
 - ✓ Propósito: resumen del propósito del Plan de Calidad.
 - ✓ Alcance: proyectos con los que se involucra el Plan.
 - ✓ Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas: Definiciones, acrónimos y abreviaturas utilizadas en el documento.
 - ✓ Referencias : lista de documentos a los que se hace referencia en el Plan de Aseguramiento de la Calidad.
 - ✓ Resumen: resumen de los aspectos del Plan.

- **Objetivos de Calidad:** incluir los requerimientos de proyecto que están alineados con los requerimientos de calidad.
- **Gestión**
 - ✓ **Organización:** se describe la estructura de la organización. Especificar cada uno de los responsables de la calidad.
 - ✓ **Tareas y responsabilidades.**
- **Documentación:** lista de los documentos utilizados por el Plan de Calidad.
- **Métricas:** en esta sección se describe todo el proceso de medición y análisis que se realizará como producto del monitoreo al trabajo.
- **Estándares y Guías :** lista de los estándares y guías utilizados por el Plan de Calidad.
- **Plan de Revisiones y Auditorías**
 - ✓ **Tareas generales de Revisiones y Auditorías:** describa brevemente cada tipo de revisión y auditoría que se llevará a cabo en el proyecto. Para cada tipo, identifique los artefactos del proyecto que serán el asunto de la revisión o auditoría. Éstos pueden incluir Revisiones Técnicas y de Gestión Conjuntas entre Cliente y Desarrollador, Revisiones y Auditorías de Proceso, Auditorías de Cliente, Revisiones Internas, Técnicas y de Gestión.
 - ✓ **Cronograma:** detalle aquí el cronograma para las revisiones y auditorías. Este debe incluir las revisiones y auditorías programadas en las fechas principales del proyecto, así como revisiones que son provocadas por la entrega de artefactos del proyecto. Esta sub sección puede referenciar el proyecto o el plan de iteración.
 - ✓ **Organización y Responsabilidades:** liste aquí los grupos específicos o individuos a ser involucrados en cada una de las actividades de revisión y de auditoría identificadas. Describa brevemente las tareas y responsabilidades de cada uno. También, liste cualquier agencia externa que se espera que apruebe o regule cualquier producto del proyecto.
 - ✓ **Resolución de problemas y actividades de corrección:** esta sub sección describe los procedimientos para informar y manejar problemas identificados durante las revisiones y auditorías del proyecto. El Plan de Resolución de Problemas puede ser referenciado.

✓ Proceso de las Revisiones y Auditorías: usted debe describir el proceso explícito a ser seguido para cada tipo de revisión o auditoría. Su organización puede tener un Manual de Procedimientos de Revisión y de Auditoría estándar que puede ser referenciado. Estas descripciones de los procedimientos también deben dirigir la recolección, almacenamiento y archivado de los Registros de Revisión del proyecto. Deben describirse las listas de chequeo a utilizar en cada revisión y los atributos de calidad que serán abordados en cada una de ellas.

- Pruebas: se hace referencia al plan de pruebas.
- Herramientas, Técnicas y Metodologías utilizadas en las actividades del Plan: lista de todas las herramientas, técnicas y metodologías utilizadas en las actividades del Plan de Calidad.
- Gestión de Configuración: referencia al Plan de Gestión de Configuración.
- Registros de Calidad: descripciones de varios registros de calidad que se mantendrán durante el proyecto, incluyendo cómo y dónde cada tipo de registro se guardará y por cuánto tiempo.
- Entrenamiento: listado de las actividades de entrenamiento necesarias para que el equipo de proyecto ejecute las actividades del Plan de Aseguramiento de la Calidad.

ANEXO 5

Tipos de Revisión	Artefactos de entrada	Artefactos que genera	Fase en la que se aplica	Responsable	Descripción
Revisión administrativa	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Lista de chequeo para la Revisión ✓ Lista de Riesgos del proyect 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documentos de No Conformidades . ✓ Registro de respuesta a las No Conformidades . ✓ Minuta de 	Inicio	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Líder del Proyecto ✓ Administrador de Calidad 	Esta revisión tiene como objetivo revisar los artefactos creados en la primera fase y su ajuste con las plantillas propuestas en el expediente del proyecto

	<ul style="list-style-type: none"> o ✓ Plan de Mitigación de Riesgos ✓ Documento Visión ✓ Propuesta de Roles. 	Reunión.			
Revisión de la especificación de requisitos	Lista de chequeo para la Revisión de los Requisitos en el Departamento.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documentos de No Conformidades . ✓ Registro de respuesta a las No Conformidades . ✓ Minuta de Reunión. 	Inicio Elaboración	Jefe de Revisiones	Esta revisión tiene como objetivo revisar los requisitos elaborados, se ejecuta durante la fase de inicio y elaboración, garantizándose que el sistema cumpla con las condiciones o capacidades para satisfacer los requerimientos presentados por el cliente, se confecciona la lista de chequeo para la revisión de los requisitos en cada uno de los proyectos

<p>Revisión a la arquitectura</p>	<p>Lista de chequeo para la Revisión de la Arquitectura en el Simulador Quirúrgico.</p>	<p>✓ Documentos de No Conformidades ✓ Registro de respuesta a las No Conformidades ✓ Minuta de Reunión.</p>	<p>Elaboración</p>	<p>Jefe de Revisiones</p>	<p>Con esta actividad se desea realizar una revisión detallada a la arquitectura. Se realiza en el flujo de trabajo de Análisis y Diseño de cada una de las iteraciones para cada etapa garantizando un diseño inicial. Al aplicar la lista de chequeo los errores detectados se recogerán en un registro de no conformidades, elaborándose después un registro de respuesta a estas no conformidades encontradas</p>
<p>Revisión del Diseño</p>	<p>Lista de chequeo para la Revisión al Diseño</p>	<p>✓ Documentos de No Conformidades ✓ Registro de respuesta a las No Conformidades ✓ Minuta de Reunión.</p>	<p>Elaboración</p>	<p>Jefe de Revisiones</p>	<p>Con esta actividad se desea detectar todos los errores existentes antes de pasar a la fase de implementación. Al aplicar la lista de chequeo los errores detectados se</p>

					recogerán en un registro de no conformidades, elaborándose después un registro de respuesta a estas no conformidades encontradas
Revisión Post-Mortem	Primera versión del producto.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documentos de No Conformidades ✓ Registro de respuesta a las No Conformidades ✓ Minuta de Reunión. 	Al finalizar cada fase	Jefe de Revisiones	Tiene como propósito confirmar la aceptación de cada iteración y la aceptación de cada uno de los proyectos y poder brindarles recomendaciones para las iteraciones siguientes
Revisión de la documentación	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Guía para la revisión de la documentación ✓ Expediente de Proyecto o llenado 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documentos de No Conformidades ✓ Registro de respuesta a las No Conformidades ✓ Minuta de Reunión. 	Al finalizar cada fase	Jefe de Revisiones	Esta actividad tiene como objetivo revisar toda la documentación que se genera en cada uno de los proyectos dándole especial atención a los documentos que conforman el expediente del proyecto
Revisión	Lista de	✓ Documentos de	Antes de	Jefe de	Se desea comprobar

<p>de la Gestión de Configuración</p>	<p>chequeo para la Revisión a la Gestión de Configuración</p>	<p>No Conformidades ✓ Registro de respuesta a las No Conformidades.</p>	<p>incluir la línea base del proyecto en el repositorio de elementos de configuración</p>	<p>Revisiones</p>	<p>que se están controlando los cambios, que la documentación y el expediente del proyecto se encuentren y a su vez estén actualizados</p>
--	---	--	---	-------------------	--

Tabla 13 Tareas de Revisiones a realizar por los proyectos.

ANEXO 6

No. de Revisión	Tipo	Objetivos	Descripción (Iteración)	Fecha de Inicio	Fecha del Fin	Fase del Proyecto	Responsable

Tabla 14 Cronograma de Tareas.

ANEXO 7

ENCUESTA A EXPERTOS

Para validar la propuesta de solución, se pretende utilizar el Método de Experto el cuál se fundamenta en la evaluación cuantitativa de criterios definidos en la investigación, y que permiten a los expertos realizar un estudio para determinar si se acepta o no la propuesta analizada.

Se necesita que de su evolución cuantitativa de los siguientes criterios basándose en el valor relativo que se le asigna a cada grupo de criterios de acuerdo con el porcentaje que representa cada grupo del total y los intereses a evaluar.

Grupo No.1..... 30

Grupo No.2..... 15

Grupo No.3..... 30

Grupo No.4..... 25

Ejemplo: En el grupo 1, a cada criterio se le da una evolución cuantitativa, y la suma de estas evaluaciones debe ser 30, en el caso del grupo 2 la suma debe ser 15, y así sucesivamente.

	Grupo No. 1: Criterios de mérito científico.	Evaluación
1	Valor científico de la propuesta	
2	Calidad de la investigación.	
3	Aporte científico.	
4	Responsabilidad científica y profesionalidad del investigador	
	Grupo No. 2: Criterios implantación.	
5	Satisfacción de las necesidades del centro.	
6	Necesidad del empleo de la propuesta.	
	Grupo No. 3: Criterios de flexibilidad.	
7	Adaptabilidad a proyectos que producen software educativo.	
8	Facilidad de entendimiento.	
9	Facilidad de aplicación.	
10	Flexibilidad en la interpretación de los resultados después de la aplicación.	
	Grupo No. 4: Criterios de impacto.	
11	Aceptación de la propuesta.	
12	Posibilidades de aplicación.	
13	Organización en el proceso de aplicación.	
14	Impacto en el área a la cuál está destinada.	

ANEXO 8

ENCUESTA

Usted fue seleccionado como posible experto, teniendo en cuenta su experiencia en la calidad de software. Se le solicita que responda las siguientes interrogantes con el objetivo de poder llevar a feliz término la investigación. Se le agradece de antemano su cooperación. Muchas gracias.

Nombres y apellidos:

Centro de Trabajo:

Grado científico:

Categoría docente:

Años de experiencia docente:

Años de experiencia en la calidad de software:

Asignatura que imparte:

- 1- Marque con una cruz (X) el grado de influencia que usted posee sobre cada una de las fuentes de argumentación que se muestran en la siguiente tabla:

Fuentes de argumentación	Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus criterios		
	A (Alto)	M (Medio)	B (Bajo)
Análisis teóricos realizados acerca del Aseguramiento de la Calidad de Software.			
Su experiencia en la Calidad de Software.			
Trabajos de autores nacionales consultados por usted acerca de la Calidad de Software.			
Su conocimiento sobre los planes de aseguramiento de la calidad existentes en proyectos de desarrollo de software.			

- 2- Se le solicita que indique su grado de conocimientos en la Calidad de Software en una escala del 1 al 10; donde 1 es un conocimiento casi nulo y 10 es un gran conocimiento.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Glosario de Términos

- Estándar (Std).
- Extreme Programming (XP).
- Infraestructura productiva (IP).
- Revisiones Técnicas Formales (RTF).
- Proceso Unificado de Racional (RUP).
- Centro de calidad de software (CC).
- Elemento de configuración de software (ECS).
- Aseguramiento de la Calidad del Software (SQA).
- Administración de Configuración de Software (ACS).
- Modelo de Capacidad y Madurez Integrado (CMMI).
- Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos (IEEE).
- Organización Internacional para la Estandarización (ISO).
- No conformidades (NC).
- Acciones Correctivas (AC).
- Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).
- Centro de Producción de esta Facultad (FORTES).