

**Universidad de las Ciencias Informáticas  
"Facultad 1"**



**Título:**

**Propuesta de Control para la Gestión de la Calidad del  
Software en el Proceso Productivo UCI**

Trabajo de Diploma para optar por el título de  
Ingeniero en Ciencias Informáticas

**Autor:** ISMEL HERRERA VALERIS

**Tutora:** MSc. YAMILIS FERNANDEZ PEREZ

"Ciudad de la Habana. Mayo, 2007"

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaro que soy el único autor de este trabajo y autorizo al Departamento de Calidad y Vicerrectoría de Formación de la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo en su beneficio.

Para que así conste firmo la presente a los \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_\_.

"Ismel Herrera Valeris"

---

"Yamilis Fernández Pérez"

---

## **DATOS DE CONTACTO**

**Tutora:** Yamilis Fernández Pérez

### **Breve Currículo**

- Profesora de Ingeniería de Software.
- Graduada de Ingeniera en Sistema Automatizado de Dirección, en 1992 en el ISPJAE.
- Profesora asistente desde 1995.
- MSc. en Informática Aplicada en 1995.
- Imparte docencia en universidades desde 1992.
- Ha desarrollado trabajos con Universidades extranjeras en Brasil, Bolivia, Canadá.
- Es jefa del departamento docente central de Ingeniería y Gestión de Software de la UCI desde su fundación.
- Tiene certificado el curso de Introducción al CMMI que imparte el SEI.

**Ubicación:** UCI, Cuba

**e-mail:** [yamilisf@uci.cu](mailto:yamilisf@uci.cu)

*“Mucha gente pequeña, en lugares pequeños, haciendo cosas pequeñas, puede cambiar el mundo...”*

**Proverbio Africano**

*CARPE DIEM QUAM MINIMUN CREDULA POSTERO*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A mi tutora Yamilis por haberme dedicado tanto tiempo y esfuerzo...*

*A todas las personas que confiaron en que terminaría...*

*A las mujeres y hombres que cada día trabajan para que podamos cumplir este sueño...*

*A Rosita, Gustavo, Velázquez, y demás trabajadores del Centro Cultural...*

*A todos los miembros de mi familia...*

*A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron ésta, mi última misión como  
estudiante de la UCI.*

## DEDICATORIA

*A mi mamá Belkis Valeris por haberme dado la vida que hoy y siempre le agradeceré...*

*A mi papá Raúl Herrera por haber entendido que no era igual...*

*A mi hermano Isnel porque sin su apoyo en un inicio, aquí no habría llegado...*

*A mi hermanita Ismaida por muchísimas cosas, somos un buen dúo...*

*A mi tío Humberto por sus buenos consejos...*

*Y sobre todo, a mi querida esposa Elsy Tibusay Izarra, por haberme dado todo su amor, todo su apoyo, por haber creído siempre en mí, por haber tenido, desde que nos conocimos, el sueño de ser muy felices juntos... y lo seremos de verdad, se los aseguro.*

*Por Lemsy Tibusay y Daniel Omahios...la vida dirá.*

## **RESUMEN**

La Universidad de la Ciencias Informáticas (UCI), desarrolla productos de software para la exportación y mercado nacional. Por ello se hace necesario buscar mecanismos para asegurar la calidad de los productos que se producen en ella, a través del proceso de producción como lo establecen las normas internacionales que rigen el mercado del software.

En el presente trabajo se hace la propuesta de un proceso para controlar y evaluar las actividades de aseguramiento de la calidad del software que se realizan en el proceso productivo de la UCI. La propuesta incluye un curso de capacitación, para formar en el personal que hará dicho proceso, las habilidades necesarias para ejecutarlo. El proceso toma como referencia al CMMI y al SCAMPI, como modelos de calidad y método de evaluación de procesos respectivamente. La propuesta fue validada a través del criterio de un panel expertos conformado por especialistas de la UCI y de la Empresa Softel.

## **PALABRAS CLAVE**

Aseguramiento de la Calidad, Calidad del Software, SQA, Proceso Productivo, Equipo SQA, Evaluación de la Calidad del Software, Control de la Calidad, Gestión de la Calidad.

## **ABSTRACT**

The Informatics Science University develops software products to export in the international and national market; so it is necessary to find ways to assure the quality of the products we obtain in the production, as it `s established in the international norms in the international market.

In this work is done a proposal to control and evaluate the quality and insurance of the software that is getting in the productive process in the University of Informatics Science(UCI), also it is included, a capacity course to prepare the personal who is going to be in charge of this process, besides the abilities to execute it. The process, take into account SCAMPI and CMMI, as model and methods of the evaluation processes.

The proposal was validated by the experts and the specialists of UCI and Softel Enterprise.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	I
<b>DEDICATORIA</b> .....	II
<b>RESUMEN</b> .....	III
<b>ABSTRACT</b> .....	IV
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b> .....	5
<b>1.1 Historia de la Calidad</b> .....	6
<b>1.2 Conceptos esenciales sobre Calidad.</b> .....	10
1.2.1 Calidad .....	11
1.2.2 Calidad Total.....	13
1.2.3 Calidad del Software.....	16
1.2.4 Gestión de la Calidad del Software.....	17
1.2.5 Aseguramiento de la Calidad del Software.....	21
1.2.6 Aseguramiento de la Calidad de Producto o Proceso en CMMI.....	27
<b>1.3 Conclusiones del Capítulo</b> .....	29
<b>CAPÍTULO 2: DISEÑO DEL PROCESO SQA</b> .....	30
<b>2.1 Proceso CSQA</b> .....	30
2.1.1 FLUJO DE TRABAJO: PLANIFICACIÓN.....	33
2.1.1.1 Identificación de temas priorizados .....	33
2.1.1.2 Definición de roles SQA .....	34
2.1.1.3 Identificación de objetivos del Equipo .....	35
2.1.1.4 Preparación del borrador del Plan de PPQA.....	37
2.1.2 FLUJO DE TRABAJO: PREPARACIÓN .....	38
2.1.2.1 Definición explícita de actividades de control a ejecutar. ....	39
2.1.2.2 Definición de estándares y normas del Plan de CSQA .....	39
2.1.2.3 Preparación del Equipo SQA .....	40
2.1.2.4 Elaboración y aprobación del Plan de CSQA.....	41
2.1.3 FLUJO DE TRABAJO: CONTROL DE LA CALIDAD.....	42
2.1.3.1 Revisiones del software .....	44
2.1.3.2 Revisiones Técnicas Formales .....	44
2.1.3.3 Auditoría de la Calidad .....	47
2.1.3.4 Prueba del Software.....	50

2.1.3.5 Control de cambios .....	51
2.1.3.6 Ajuste a Estándares .....	52
2.1.3.7 Mediciones .....	53
2.1.3.8 Registro de datos y generación de informes .....	55
2.1.4 FLUJO DE TRABAJO: ANÁLISIS DE LA MEJORA.....	55
2.1.4.1 Documentación de mejoras al Proceso CSQA.....	56
2.1.4.2 Discusión y evaluación de datos y elaboración de los informes finales .....	57
2.1.4.3 Aprobación y liberación de propuestas de correcciones .....	58
2.1.4.4 Planificación del chequeo de mejoras .....	58
2.1.4.5 Información a la gerencia del proyecto .....	59
2.1.5 FLUJO DE TRABAJO: SEGUIMIENTO.....	59
2.1.5.1 Ejecución de Mejoras .....	60
2.1.5.2 Documentación de Mejoras.....	61
2.1.5.3 Retroalimentación .....	61
<b>2.2 CAPACITACIÓN DEL PERSONAL.....</b>	<b>62</b>
2.2.1 Curso de Gestión de la Calidad.....	62
<b>CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA.....</b>	<b>68</b>
<b>3.1 Proceso de selección de los expertos .....</b>	<b>68</b>
3.1.1 Determinación de la cantidad expertos.....	69
3.1.2 Confección del listado de expertos .....	69
3.1.3 Obtención del consentimiento del experto para su participación .....	70
<b>3.2 Elaboración del cuestionario .....</b>	<b>70</b>
<b>3.3 Resultados de la Evaluación .....</b>	<b>71</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>77</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>78</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>82</b>
<b>Anexo 1 Cuestionario presentado al Panel de Expertos .....</b>	<b>82</b>
<b>Anexo 2 Caracterización de los Expertos .....</b>	<b>84</b>
<b>Anexo 3 Plan Calendario de la Asignatura Gestión de la Calidad .....</b>	<b>85</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>87</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Gestión de la Calidad según ISO 9000.....	20
Figura 2. Proceso de Control de SQA.....	32
Figura 3. Diagrama del Flujo de Trabajo Planificación .....	33
Figura 4. Diagrama del Flujo de trabajo Preparación .....	38
Figura 5. Diagrama del Flujo de trabajo Control .....	43
Figura 6. Diagrama del Flujo de trabajo Mejora.....	56
Figura 7. Diagrama del Flujo de Trabajo Seguimiento.....	60
Figura 8. Distribución radial de la importancia dada a los principios expuestos por los expertos.	73

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Principios para evaluar el proceso CSQA.....	72
Tabla 2 Caracterización de los Expertos .....	84
Tabla 3 Plan Calendario (P1) de la Asignatura Gestión de la Calidad.....	85

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de software es una actividad comercial con un alto valor agregado asociado a ella y hoy en día, existe un gran auge de las empresas que producen y exportan software exitosamente a lo largo del mundo. Es por ello que en el creciente mercado de productos informáticos de software a nivel mundial, exista cada vez más una mayor competencia entre los productos que son comercializados.

Nuestro país en su economía, desde hace varios años, decidió enfrentar el desarrollo, consolidación y expansión de la industria del software, por el amplio espectro económico que posee este mercado. Así fue que surgió en el año 2002, la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), como punto central de la formación integral de profesionales altamente calificados en la tarea de producir software con la calidad requerida para poder incluir a Cuba en el mercado del software a nivel mundial, así como potenciar el desarrollo de la informática a todo el país, y propiciar la formación integral de miles de técnicos e ingenieros en ciencias de la informática.

En el poco tiempo que lleva de creada, la UCI ha ido consolidando una estructura productiva de manera acelerada y obligada por las grandes potencialidades tecnológicas y de capital humano que posee la universidad, en la cual que ya se desarrollan proyectos productivos e investigativos importantes, que en algunos casos van teniendo significativos resultados por permitir ingresos económicos al país.

Esta actividad productiva en su expansión necesita obligatoriamente personal capacitado en los temas de la Calidad del Software porque el producto resultante, para ser vendido, necesita que cumpla al menos con los requerimientos mínimos de calidad que exija el mercado, que actualmente por la existencia de gran cantidad de productores de software con calidad certificada y reconocida, está más complejo a pesar de las grandes facturaciones que en él se generan.

Pero esta necesidad crea otras necesidades porque entonces haría falta en el país, tomando como punto de partida a la UCI, un número elevado de personal calificado en los temas de calidad, gestión e Ingeniería de Software, que lleva aparejado al mismo tiempo la necesidad

de investigar, crear y automatizar procesos para el control de calidad y dar seguimiento a procesos de desarrollo de software.

La Calidad del Software era un tema enseñado e investigado mayoritariamente en postgrados, aunque en algunas universidades de España, México y otros países, tanto americanos, asiáticos y europeos, ya se incluyen en el currículum básico de la carrera, varias asignaturas que tratan las materias de calidad, gestión e Ingeniería del Software, mientras que en otros centros de enseñanza como la UCI, han decidido incluirlas con obligatoriedad, porque es necesario que el profesional cubano que se vaya a dedicar a la producción de software domine sobre estos temas.

En la UCI por su condición de “**fábrica-escuela**”, es imperiosa la necesidad de la enseñanza de la Gestión de la Calidad encaminada al Aseguramiento de la Calidad del Software a lo largo del proceso de desarrollo; como parte de la formación de pregrado de sus estudiantes; ya que desde su ingreso en este centro **docente-productivo**, tienen el reto de unirse a los proyectos productivos mientras evolucionan en su formación y a su vez trabajar por la calidad del software a producir, incluyendo en su labor diaria, los conceptos básicos de la calidad.

El Aseguramiento de la Calidad del Software es uno de los tópicos de investigación más importante a nivel mundial dentro de la Ingeniería de Software, ya que se trabaja actualmente no tanto para asegurar a los clientes directamente la calidad de los productos, sino de trabajar en la calidad del proceso empleado en su producción como medio indirecto de asegurar un buen nivel de calidad final en el producto. Todo esto hace necesario que en los proyectos productivos se empleen la adopción de metodologías modernas para desarrollo y aseguramiento de la calidad del software, donde se encuentran un conjunto muy amplio de normas y estándares internacionales de Ingeniería de Software. El uso sistemático de estas normas y estándares, puede mejorar significativamente la calidad del software que produce una organización como la UCI. Sin embargo, para incorporarlas en el proceso de desarrollo de software, se necesita contar con una guía clara que defina la forma en que deben ser implementadas y otra que controle cómo se evalúan los resultados obtenidos a través de su aplicación.

El tema de la calidad del software ya está en fase de estudio en la UCI, buscando la manera de asegurar la calidad del software a través de su proceso de desarrollo para poder integrarse cada vez más al mercado nacional e internacional. Pero al carecer de una madurez en la organización y de una capacidad en los procesos de desarrollo, la UCI aún no puede certificar su calidad, ni aplicar modelos de evaluación de procesos como los establecen algunos modelos de mejora de procesos como CMMI. Por lo que se hace necesario buscar alternativas que puedan, de una forma u otra, ir definiendo la calidad del proceso productivo en la UCI, para garantizar la calidad en el producto final.

El presente trabajo tiene el fin de dar respuesta a la siguiente pregunta:

**¿Cómo realizar el Aseguramiento de la Calidad del Software (SQA) en el proceso productivo de la UCI a partir de un proceso de control y evaluación; a la vez que se prepara al personal que realizará dicha gestión, a través de un curso de capacitación?**

Esta pregunta por tanto indica que el **objeto de estudio** de este trabajo lo constituye *la calidad del Aseguramiento de la Calidad del Software en el proceso de desarrollo del producto software en la UCI* y su **campo de acción** lo forman los *Procesos Productivos de la UCI*, a los cuales se les quiera aplicar un Control del Aseguramiento de la Calidad, a través de la supervisión del proceso de desarrollo de los mismos.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Proponer un proceso de Control de la Gestión de la Calidad del Software para el proceso productivo UCI, utilizando modelos y estándares internacionales, garantizando la capacitación del personal que lo ejecutará.

### **Objetivos específicos**

- Obtener un proceso de SQA adaptable al proceso productivo UCI.

- Diseñar un curso de Gestión de la Calidad para los estudiantes del segundo Perfil de Calidad y Gestión de Software.

Al concluir este trabajo se esperan como **posibles resultados**:

- Obtención de un proceso de control del SQA que cumpla con los requerimientos necesarios para su aplicación a los proyectos productivos de la UCI en general.
- El diseño de un curso optativo que permita la preparación de los estudiantes y toda la comunidad UCI, en los temas de Aseguramiento y Gestión de la Calidad y puedan cumplir ese rol dentro del proceso productivo en la UCI.

Para dar cumplimiento a los objetivos esbozados anteriormente es necesario que se cumplan las siguientes **tareas**:

1. Realizar un estado de arte sobre la gestión de la Calidad del Software.
2. Definir un proceso elemental de Aseguramiento de la Calidad de Software en un proyecto productivo.
3. Diseñar un curso que desarrolle habilidades de Gestión de Calidad.

Este trabajo cuenta con **Introducción**, tres capítulos, **Conclusiones** y **Recomendaciones**. En el **Capítulo I** se hace un breve recorrido por el estado de arte sobre los temas de Calidad y Gestión del Software, así como hace referencia a conceptos que son utilizados a lo largo del trabajo. En el **Capítulo II** se describe el proceso del cual es objetivo principal este trabajo. El proceso se describe de manera gráfica y textual de manera sencilla y explícita, además en el **Capítulo II** se hace la propuesta de asignatura Gestión de la Calidad para los estudiantes del Segundo Perfil de Calidad del Software. En el **Capítulo III** se presenta la evaluación de la propuesta del proceso realizada y los resultados que la misma arrojó.

## CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El término Calidad ha tomado desde finales de la década del 90, un especial protagonismo en todos los sectores de la economía nacional así como internacional, aunque no siempre se utiliza adecuadamente, ya que se piensa que hace referencia exclusivamente a procesos de tipo industrial, por lo que su aplicación se limitaría, por tanto, a ese ámbito. Pero la calidad envuelve crecientemente a otras actividades no exclusivas de la industria manufacturera, como son la distribución o los servicios. De este modo, el objeto de la calidad ha sufrido una evolución desde las industrias básicamente productivas hasta las organizaciones de servicios.

Este trabajo básicamente tratará el tema de la Calidad del Software, la cual a veces a la hora de definirla, se olvida diferenciar entre la **calidad del producto software** y la **calidad del proceso de desarrollo del producto software**. Sin embargo, las metas que se establezcan para la calidad del producto van a determinar los objetivos de calidad a establecer del proceso de desarrollo del software, ya que la calidad del primero va a depender, entre otros aspectos, de las metas establecidas porque es bien conocido que si no se hace un buen proceso de desarrollo es casi imposible obtener un buen producto final.

La historia del concepto de la calidad puede ser tan antigua como el mismo ser humano, surgiendo con la agricultura, los servicios y por último con la industrialización. Un impulso importante al campo de la calidad fue dado con la Revolución Industrial; pero, más que todo, en el desarrollo acelerado del mercado del software y de herramientas estadísticas y gerenciales que ocurre durante el siglo pasado. El consumidor, tanto institucional como el particular, es más exigente cada día, y la fuerte competencia nacional e internacional, provocan una evolución constante en las bases filosóficas y en la práctica de la Gestión de la Calidad,(TECNOLOGÍA. 2003) y objetivo de este capítulo, Gestión de la Calidad del Software.

## 1.1 Historia de la Calidad

En general se puede establecer la historia de la calidad en la siguiente cronología, la cual aborda los puntos claves donde se especifican los elementos de mayor importancia:

### **Prehistoria: Periodo ARTESANAL caracterizado por el CONTROL DEL PRODUCTO**

- Hasta el fin del siglo XIX: Control de Calidad del Operario.
- Primera Guerra Mundial (1914 - 1918): Control de Calidad del Capataz.
- Entre guerras: Control de Calidad por Inspección (**Comienza el Control de Calidad Moderno**)
- 1931, *Walter Shewhart* publica " *Economic Control of Quality of Manufactured Products* " (Control Económico de la Calidad de Productos Manufacturados), en el que se plantean los principios básicos del control de la calidad, sobre la base de métodos estadísticos, centrándose en el uso de Cuadros de Control.
- Finales años 30', aparece la **Gestión de la Calidad** como concepto superior en el tema del control de la calidad.

### **Control de calidad Moderno caracterizado por el CONTROL ESTADÍSTICO y el ASEGURAMIENTO**

- Años 40: Inicio Métodos Estadísticos. Cuadros de Control (histogramas)
- 1935 – 1945: En EUA se crean y desarrollan las tablas de muestreo "MIL-STD" (*Military Standar*, norma militar).
- 1944: se publica en EUA la primera revista sobre Control de Calidad, la "*Industrial Quality Control*"
- Terminada la guerra los japoneses sufren de una deteriorada economía se enrolan en los Círculos de Calidad "*herramienta que le permitía a la administración dar*

*participación a los empleados, de todos los niveles, y que le da la posibilidad de trabajar ininterrumpidamente por la calidad cuando cree en el concepto de "calidad total"* (LÓPEZ and LTDA 2000-2006a)

- 1946: se funda en Estados Unidos, la *American Society for Quality Control*, ASQC en sus siglas en inglés, así como aparece "La estrategia del Control Estratégico de la Calidad".
- 1950: *William Edwards Deming*: introduce en sus conferencias muchos de los conceptos de Control de la Calidad Moderno. Enuncia el Ciclo PDCA, también conocido como "círculo de Deming", donde las siglas PDCA son un acrónimo de **Plan, Do, Check, Act** (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) y *el Control de procesos con Cuadros de Control*.
- 1951: *Armand Feigenbaum* publica "*Total Quality Control*" (TQC).

Mientras en occidente los niveles de calidad permanecieron estacionarios hasta los años 80, en el Japón la calidad se convirtió en un asunto de estado. Esto se observa a través de los siguientes hechos.

- 1954: se inicia en el Japón una transición gradual desde el **Control de Calidad Estadístico** al **Control de Calidad Total** motivado por el *Dr. Joseph M. Juran*.
- 1957: Control de calidad Total: *Kaoru Ishikawa*.
- 1957: *Ishikawa* publica un libro que resalta la importancia de la Administración y las Políticas Operacionales, base de lo que se conoce hoy como "*Control de Calidad en Toda la Compañía*". Al mismo tiempo *Ishikawa* pregona la difusión en el Japón de los Círculos de Calidad."(WIKILEARNING.COM 2006)
- La visita de *Juran* a Japón, marca la evolución para que en el país nipón, se dieran los primeros pasos para pasar de *Calidad* hacia **Calidad Total**, al introducir aspectos como la definición de las políticas de calidad y la planificación de la calidad; que fue reforzada con el lanzamiento en japonés del libro "*The Practice of*

*Management*" de *Peter Drucker*, en el que se plantea la **Administración por Objetivos**.

- Los Japoneses fusionaron las enseñanzas de *Deming* y *Juran* con la Administración por Objetivos y dieron los primeros pasos hacia la **Planeación Estratégica de la Calidad** y hacia la *Total Quality Management* (TQM) (**Administración de la Calidad Total**).

### **Periodo del trabajo caracterizado por la Función de la Calidad**

- Años 70: *Shigueo Shingo* desarrolla *Poka Yoke* y los **sistemas de inspección en la fuente** y para 1977 plantea formalmente el **Cero Control de Calidad**, como una estrategia para conseguir el "**Cero Defecto**", lo cual –según su criterio- nunca se conseguiría con la forma en que el Control Estadístico de la Calidad enfocaba el problema.
- 1972: *Mitsubishi*: Realiza el **Despliegue de la Función de Calidad** (QFD, Quality Function Deployment), desde diseño hasta consumo/uso. *Yoji Akao* y colaboradores desarrollan dicho concepto en el astillero de la *Mitsubishi* en *Kobe*, profundizando y centrando los conceptos del *Hoshin Kanri*. Se comienzan a utilizar las matrices de las **Casas de la Calidad**.
- 1986: Conceptos japoneses llegan a Occidente: *Deming* publica "*Out of the Crisis*", (Fuera de Crisis), donde explica detalladamente su filosofía de calidad, productividad y posición competitiva, incluyendo sus famosos **14 Puntos para la Administración** (actualmente conocidos como los 14 Puntos de *Deming*) que aunque no sean fácil implementar estos consejos, *es importante que sean tenidos en cuenta y lentamente, aplicados en las organizaciones.*(LÓPEZ and LTDA 2000-2006b).

- 1985: algunos países miembros de la Organización Internacional de Estandarización (ISO, *International Standardization Organization*), se les encarga a través del Comité Técnico TC-176 la publicación de una serie de normas a nivel internacional sobre aseguramiento de la calidad. Para ello, se toman como modelo las normas británicas BS 5750 nacidas en 1977. En 1987 sale publicado la primera edición de la familia de la serie ISO 9000, y en 1994 su primera revisión.”(WIKILEARNING.COM 2006)

### **Periodo Calidad Total caracterizado por la GESTIÓN INTEGRAL DE CALIDAD**

- La década de los 90, se caracteriza por la liberalización de los mercados, las nuevas tecnologías, el incremento de la competencia y la necesidad de las empresas a realizar drásticas reducciones de costes, lo que hace surgir en muchas de ellas, programas de implantación de **Sistemas de Gestión de Calidad Total**, con el objetivo fundamental de aumentar la competitividad y de satisfacer las expectativas de los clientes.
- 1992: Nace el Modelo Europeo de Excelencia Empresarial EFQM (*European Foundation for Quality Management*). Este es un modelo no normativo, cuyo concepto fundamental es la autoevaluación basada en un análisis detallado del funcionamiento del sistema de gestión de la organización usando como guía, los criterios del modelo. Esto no supone una contraposición a otros enfoques (aplicación de determinadas técnicas de gestión, normativa ISO, normas industriales específicas, etc.), sino más bien la integración de los mismos en un esquema más amplio y completo de gestión. La utilización sistemática y periódica del Modelo por parte del equipo directivo permite a éste el establecimiento de planes de mejora basados en hechos objetivos y la consecución de una visión común sobre las metas a alcanzar y las herramientas a utilizar(ASESORES 1999). Es decir, su aplicación se basa en:

- 1. La comprensión profunda del modelo por parte de todos los niveles de dirección de la empresa.
- 2. La evaluación de la situación de la misma en cada una de las áreas.
- 2000: Aparece la ISO 9000 versión 2000 donde se dice que el sistema de calidad debe demostrar que la organización es capaz de suministrar un producto o servicio que de manera consistente, cumpla con los requisitos de los clientes y las reglamentaciones correspondientes. Además debe lograr una satisfacción del cliente mediante la aplicación efectiva del sistema, incluyendo la prevención de no-conformidades y el proceso de mejora continua. El modelo del sistema de calidad consiste en 4 principios que se dejan agrupar en cuatro subsistemas interactivos de gestión de calidad y que se deben normar en la organización: Responsabilidad de la Dirección; Gestión de los Recursos; Realización del Producto o Servicio; Medición, Análisis y Mejora.

En el esbozo anterior sobre la historia de la calidad, se observa que la misma dio un giro importante: ahora ya no son los técnicos y obreros quienes definen lo que es la calidad, sino el cliente. Por tanto, es una obligación el escuchar al cliente para conocer sus expectativas y ajustar el producto a elaborar, a estas expectativas. Así fue como la calidad del producto a elaborar tuvo la necesidad de coincidir con la considerada por el mercado, lo que permitió identificar que el **diseño del producto** tenía una gran incidencia sobre su calidad; y así sería obligatorio el estudio de los deseos y las necesidades de los clientes buscando su satisfacción. Igualmente, con esta concepción se amplió la función de calidad al servicio que acompaña al producto.

## 1.2 Conceptos esenciales sobre Calidad.

Durante el desarrollo de la sección anterior, se mencionan algunos conceptos importantes, que en los siguientes apartados serán tratados de manera individual, para desarrollar un mejor entendimiento sobre la calidad del software.

### 1.2.1 Calidad

Son muchos los autores que han expresado lo difícil que les resulta crear una definición abarcadora para el término calidad. El diccionario de la Real Lengua Española (RAE), la define como: *“Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor. Condición o requisito que se pone en un contrato”*.(RAE 2006). Otros diccionarios sin embargo, definen calidad como *“una característica o atributo de una cosa”*. Utilizando estos conceptos formales, se podría decir que la calidad de los productos puede medirse como una comparación de sus características y atributos. Por lo tanto la calidad puede aplicarse, medirse o comprobarse en cualquier producto o servicio, a los cuales, para obtener cierta medida de la calidad hay que observarles las diferencias ocurridas en la producción o ejecución de estos en distintos momentos. La creación de artículos de cualquier mercancía no asegura la igualdad total entre estos, ni siquiera de dos de los mismos. Pareciera que realmente lo son, pero si se le realizasen exámenes minuciosos se podría llegar a esta conclusión antes descrita, porque en la ejecución de ambos objetos o servicios intervienen factores humanos, naturales, tecnológicos, económicos, etc.

Entonces se podría afirmar que el término calidad aplicado a un producto o servicio, puede cumplir con algunas definiciones tales como:

- “ ~ *De un producto o servicio es la percepción que el cliente tiene del mismo.*
- ~ *Es una fijación mental del consumidor que asume conformidad con un producto o servicio determinado, que solo permanece hasta el punto de necesitar nuevas especificaciones.*
- ~ *Conjunto de propiedades inherentes a un objeto que le confieren capacidad para satisfacer necesidades implícitas o explícitas.*
- ~ *Conjunto de propiedades y características (implícitas o establecidas) de un producto o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer unas necesidades implícitas o establecidas.*

~ *Es cuando un producto o servicio satisface las necesidades del cliente o usuario.*”(WIKIMEDIA FOUNDATION 2006)

Uno de los principales objetivos de dar calidad a los productos y servicios, es minimizar las diferencias entre unidades producidas de éstos siempre en el sentido del producto o servicio ideal. Estas diferencias tienen diversos orígenes y, por tanto, distintas y amplias formas de corregirlos, dependiendo de la naturaleza del producto o del servicio. Lo esencial es tener en cuenta el concepto de brindar calidad a lo que se está realizando. De este modo, el brindar calidad **es una actividad esencial para un negocio u entidad, que origina productos que serán utilizados por otras personas.**

La norma ISO 9000:2000, plantea como concepto que la calidad es el “*Grado en que un conjunto de características inherentes cumple con unos requisitos*”(BOVEA). Estas características que le son inherentes y que lo hacen diferente a los demás, pueden ser el color, tamaño, peso, forma, material de fabricación, lenguaje de programación, metodología de trabajo, etc., y los "requisitos" la norma lo define como "*Necesidad o Expectativa establecida generalmente implícita u obligatoria.*"(BOVEA).

También la norma ISO/IEC 9126 define la calidad como: “*El conjunto total de características de una entidad (producto, proceso o servicio) que le confieren la capacidad de satisfacer las necesidades establecidas y las necesidades implícitas*”.

¿Otras definiciones de calidad dadas por distintos investigadores y empresas, atendiendo a distintos puntos de vista?:

- "*la calidad no es otra cosa más que una serie de cuestionamiento hacia una mejora continua*". **Edwards Deming**
- "*Calidad es la adecuación para el uso satisfaciendo las necesidades del cliente*". **Dr. J. Juran**
- "*Desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el útil y siempre satisfactorio para el consumidor*". **Kaoru Ishikawa**

- *"La calidad, no como un concepto aislado, ni que se logra de un día para otro, descansa en fuertes valores que se presentan en el medio ambiente, así como en otros que se adquieren con esfuerzos y disciplina". Rafael Picolo, Director General de Hewlett Packard*

El Dr. Miguel Serrano Vargas, en su presentación "**Gestión de Procesos de Software. Introducción a CMMI y SCAMPI Gestión de Procesos**", realizada el 13 de febrero del 2007 en la UCI, hace un análisis y explica sus puntos de vistas sobre la calidad, basándose en sus conocimientos y dominios del modelo de calidad CMMI, muestra cómo la calidad es lograr hacer lo que el cliente quiere y espera del software, luego de pactarlo con el equipo de desarrollo.

El CMMI es un modelo de mejora de procesos para Ingeniería de Sistemas, Ingeniería de Software, desarrollo de Productos Integrados y Adquisición del Software. La escala de niveles CMMI mide la madurez de una organización en el diseño y desarrollo del software, y es uno de los modelos más utilizados en la industria del software. CMMI es un modelo creado por el SEI (*Software Engineering Institute*), un organismo fundado por el Ministerio de Defensa de Estados Unidos y la *Carnegie Mellon University*.

Para el autor de este trabajo, tomando en cuenta todas las definiciones anteriormente señaladas, **la calidad la brindan un conjunto de propiedades que le confieren la capacidad al producto de satisfacer las exigencias del cliente, cumpliendo con las especificaciones de requisitos acordados de manera útil y económica, y que a la vez permite cuestionarse hacia la mejora continua, a través de los procesos a lo largo del ciclo de vida de dicho producto.**

### **1.2.2 Calidad Total**

La Calidad Total y su administración, como se vio al recorrer la historia de la calidad, es el estado más evolucionado dentro de las sucesivas transformaciones que ha sufrido este término a lo largo del tiempo. En un primer momento se habla de **Control de Calidad**, primera etapa en la

**Gestión de la Calidad**, basada en técnicas de inspección aplicadas a Producción, para evitar la salida de bienes defectuosos al mercado(GONZALEZ 2003). Posteriormente nace el **Aseguramiento de la Calidad**, fase que persigue garantizar un nivel continuo de la calidad del producto, proceso o servicio proporcionado, y tratar de evitar la producción de bienes defectuosos(GONZALEZ 2003). Finalmente se llega a lo que hoy en día se conoce como **Calidad Total**, un **Sistema de Gestión Empresarial** íntimamente relacionado con el concepto de **Mejora Continua** y que incluye las dos fases anteriores. Los principios fundamentales de este sistema de gestión son los siguientes:

- Consecución de la plena satisfacción de las necesidades y expectativas del cliente (interno y externo).
- Desarrollo de un proceso de mejora continua en todas las actividades y procesos llevados a cabo en la empresa (implantar la mejora continua tiene un principio pero no un fin).
- Total compromiso de la dirección y un liderazgo activo de todo el equipo directivo.
- Participación de todos los miembros de la organización y fomento del trabajo en equipo hacia una **Gestión de Calidad Total**.
- Inmersión del proveedor en el sistema de Calidad Total de la empresa, dado el fundamental papel de éste en la consecución de la Calidad en la empresa.
- Identificación y Gestión de los Procesos Clave de la organización, superando las barreras departamentales y estructurales que esconden dichos procesos.
- Toma de decisiones de gestión basada en datos y hechos objetivos sobre gestión basada en la intuición. Dominio del manejo de la información.

Otras importantes definiciones fueron citadas en el trabajo titulado “*El modelo de McCall como aplicación de la calidad a la revisión del software de gestión empresarial*”, de los profesores Ángel Cervera Paz y Bernardo M. Núñez Moraleda, ambos de la Universidad de Cádiz, España.

- ~ *“Conjunto de esfuerzos efectivos de los diferentes grupos de una organización para la integración del desarrollo, del mantenimiento y de la superación de la calidad de un producto, con el fin de hacer posible la fabricación y servicio a satisfacción completa del consumidor y al nivel más económico” [Feigenbaun, Deming y Juran]*
- ~ *“La mejor calidad que una empresa puede producir con su tecnología de producción y capacidades de proceso actuales, y que satisfará las necesidades de los clientes, en función de factores tales como el coste y el uso previsto” [Dr. Kaoru Ishikawa]*
- ~ *“ La gestión de calidad en la empresa es el proceso de identificar, aceptar, satisfacer y superar constantemente las expectativas y necesidades de todos los colectivos humanos relacionados con ella, clientes, empleados, directivos, propietarios, proveedores y la comunidad con respecto a los productos y servicios que esta proporciona” [Consultora Arthur Andersen]” (PAZ and MORALEDA)*

De esta forma es posible definir a la **Calidad Total** como una filosofía en la que se busca la excelencia en los resultados de las organizaciones, lo que trae aparejado el satisfacer tanto al cliente externo como interno, el ser altamente competitivo y mantener una mejora continua dentro de la organización. La **Administración de la Calidad Total** se refleja en la norma internacional ISO 9001:2000, basada en el procedimiento de prácticas de gestión de la calidad modernas basadas en una aproximación orientada al proceso, en la búsqueda de la satisfacción del cliente y la mejora continua.

Las cinco secciones en que se divide ISO 9001:2000 son:

- QMS Sistema de Gestión de la Calidad (Requisitos generales y Requisitos de la documentación).
- Responsabilidad de la Gestión (Compromiso de la dirección, Enfoque al cliente, Política de la calidad, Planificación, etc.).
- Gestión de los Recursos (Provisión de recursos, Recursos humanos, Infraestructura, Ambiente de trabajo).

- Realización del Producto (Planificación de la realización del producto, Procesos relacionados con los clientes, Diseño y desarrollo, Compras, Prestación del servicio, etc.)
- Medición, Análisis y Mejora (Generalidades, Supervisión y Medición, Control de servicio no-conforme, Análisis de datos, Mejora).

### 1.2.3 Calidad del Software

En general todos en el mundo de la informática, tienen o pueden crear una idea de lo que significa la definición Calidad del Software, ya que con el progreso acelerado las TIC, y la incorporación de estas en todos los entornos productivos y de servicios, el mercado del software ha tenido un gran auge a nivel global y por tanto existen muchos productores de software.

Enfocándose en el cliente, calidad del software podría ser *el grado en que un cliente y/o usuario percibe que el producto software satisface sus necesidades y expectativas*(LÓPEZ and LTDA 2000-2006a); pero en la condición industrial del producto, calidad del software es *la habilidad de un producto software de satisfacer su especificación de requerimientos*.

El profesor *Roger S. Pressman*, uno de los grandes investigadores de la Ingeniería de Software definen la calidad del software como:

*“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 esperan de todo software desarrollado profesionalmente...”* (PRESSMAN 2005)

Una definición encontrada en Internet (SEDNA, 2006) dice, de la calidad del software, que es el *“Nivel de fiabilidad, robustez y eficiencia del software referido a todo su comportamiento en todo el período de vigencia”* sin tener en cuenta que la facilidad de uso y mantenimiento podrían ser otros factores a tener en cuenta siguiendo la línea de este concepto, así como la escalabilidad del software. Obviamente a la definición anterior le faltaría tener en cuenta además los requisitos especificados e implícitos. Así pues, la definición para otorgarle a la calidad del

software la importancia que realmente posee, sería correcto definirlo como lo hace el profesor *Pressman* y a ese concepto por él dado, se le sumaría el factor **tiempo**, el cual es muy importante a la hora de desarrollar un producto de software porque hay que tener en cuenta los compromisos de entrega.

Por tanto la meta principal de un equipo desarrollador de software debe ser producir siempre software catalogado como de alta calidad y en tiempo, no importando la complejidad del mismo, ni a quien va dirigido.

Sujeto a lo anterior, la calidad que pueden alcanzar los productos software, y en general cualquier producto, está sometida a cómo se desarrolla cada una de las etapas de la vida del producto, partiendo por la definición de la idea del producto hasta la entrega y mantenimiento del mismo. Siempre hay que tener presente que prevenir los defectos va a ser menos costoso que eliminarlos.

A partir de estos criterios, distintas organizaciones han establecido estándares de diverso alcance y complejidad que definan las principales características a tener en cuenta en la calidad de software. Un ejemplo de ello es la ISO 9126 de 1995 que establece seis categorías para definir la calidad que debe tener un producto: funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad.

Desde estos inicios, se han ido definiendo nuevos criterios en normas posteriores como la ISO 12207 que establece el ciclo de vida de procesos de software y el aseguramiento de la calidad del mismo: "los procesos de aseguramiento de calidad del software sirven para suministrar la seguridad de que durante el ciclo de vida del proyecto los productos y los procesos están de acuerdo con los requisitos especificados y concuerden con los planes establecidos".

#### **1.2.4 Gestión de la Calidad del Software**

La calidad del software se puede convertir en un gran problema porque:

- ~ *“El software es un producto mental, no restringido por las leyes de la Física o por los límites de los procesos de fabricación. Es algo abstracto, un intangible.*

- ~ *Se desarrolla, no se fabrica. El costo está fundamentalmente en el proceso de análisis y diseño, no en la posterior producción en serie, y los errores se introducen también en el análisis y diseño, no en dicha producción.*
- ~ *Los costos del desarrollo de software se concentran en las tareas de Ingeniería, mientras que en la fabricación clásica los costos se acentúan más en las tareas de producción.*
- ~ *El software no se deteriora con el tiempo. No es susceptible de los efectos del entorno y su curva de fallos es muy diferente de la del hardware. Todos los problemas que surjan durante el mantenimiento estaban allí desde el principio y afectan a todas las copias del mismo*
- ~ *El software, en su mayoría, se construye a la medida, en vez de ser construido ensamblando componentes existentes y ya probados, lo que dificulta aún más el control de su calidad.*
- ~ *El mantenimiento del software es mucho más complejo que el mantenimiento del hardware. Cuando un componente del hardware se deteriora se sustituye por una pieza de repuesto, pero cada fallo en el software implica un error en el diseño o en el proceso mediante el cual se tradujo el diseño en código máquina ejecutable.*
- ~ *Es engañosamente fácil realizar cambios sobre un producto software, pero los efectos de estos cambios se pueden propagar de forma explosiva e incontrolada.*
- ~ *Como disciplina, el desarrollo de software es aún muy joven, por lo que las técnicas de las que dispone aún no están perfeccionadas.*
- ~ *El software con errores no se rechaza. Se asume que es inevitable que el software presente algunos errores de poca importancia.*
- ~ *También es importante destacar que la calidad de un producto software debe ser considerada en todos sus estados de evolución (especificaciones, diseño, códigos,...). No basta con verificar la calidad del producto una vez finalizado cuando*

*los problemas de mala calidad ya no tienen solución o su reparación es muy costosa”*

(PAZ and MORALEDA)

Por esto es que el desarrollo e investigación de técnicas y métodos de Ingeniería de Software son constantes y suelen suponer importantes avances en la resolución de problemas de desarrollo de software. Sin embargo, es habitual aún que en la práctica diaria profesional no se incluya prácticamente ninguna de las recomendaciones más elementales de la Ingeniería de Software, lo que acarrea indudablemente muchos atrasos y errores en el proceso de evolución del software. Muchos de los actuales productores de software incluso elaboran el producto de manera caótica, sin registros y lo venden; luego cuando existen errores reportados por los clientes, van subsanando el software con los llamados parches, pero nunca es algo bien logrado. A veces es cierto que resulta positivo este proceso por la rapidez en que se realiza todo el proceso para software sin mucha complejidad, pero no es lo más recomendable porque con el paso del tiempo, puede que sea requerida una mayor elaboración y aumente la cantidad de requisitos funcionales; esto último es algo que hoy en día los clientes exigen mucho; y entonces al no tener realizada la Ingeniería de Software respaldada por una buena documentación, se tiene que empezar de cero con el proyecto y por consiguiente se pierde tiempo y recursos.

Entonces aparece en el proceso de elaboración del software el término de **Gestión o Administración de la Calidad del Software** donde el equipo de desarrollo del proyecto es el máximo responsable de su estricto cumplimiento.

Tomando la definición del profesor *Roger S. Pressman* donde define el término de Calidad de Software y uniéndolo a los vocablos **gestión** y **administración**, se tiene que el Aseguramiento de Calidad del Software es el “**conjunto de actividades planificadas y sistemáticas necesarias para aportar la confianza en que el producto software final satisfaga los requisitos dados de calidad y exigidos por el cliente**”; donde el Aseguramiento de Calidad del Software se diseña para cada aplicación antes de comenzar a ser desarrollada y no después, en dependencia de lo pactado por ambas partes (equipo de software-cliente) y teniendo como objetivos fundamentales el mantener bajo control todo el proceso de elaboración y eliminar las

causas de los defectos en las diferentes fases del ciclo de vida. Estos objetivos se logran usando técnicas y actividades de carácter operativo, utilizadas para satisfacer los requisitos relativos a la calidad centradas en ellos. En general son actividades para evaluar la calidad de los productos desarrollados y su proceso de desarrollo.

La norma ISO 9000 define que la Gestión de la Calidad (Figura 1) es: “*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.*” (BOVEA).



Figura 1 Gestión de la Calidad según ISO 9000

#### **Aseguramiento de la calidad**

- Establecimiento de un marco de trabajo de procedimientos y estándares corporativos que conduzcan a la obtención de software de alta calidad

#### **Planificación de la calidad**

- Selección de procedimientos y estándares adecuados a partir de ese marco de trabajo y adaptación de éstos para un proyecto de software específico.

#### **Control de la calidad**

- Definición y aplicación de los procesos que aseguren que los procedimientos y estándares son seguidos por el equipo de desarrollo

### 1.2.5 Aseguramiento de la Calidad del Software

Una de las principales etapas dentro de la elaboración de un proyecto de software es el **Aseguramiento de la Calidad del Software**; conocido tradicionalmente por **SQA** dado el origen anglosajón de la terminología: **Software Quality Assurance**. Este es un **modelo sistemático y planeado de todas las acciones necesarias para proveer la confianza adecuada, según los requerimientos técnicos establecidos, de cada producto e ítem del proyecto**.

El conjunto de actividades del SQA es el proceso de verificación de que los estándares sean aplicados correctamente. En proyectos pequeños dicha actividad puede ser realizada por el equipo de desarrollo, pero en proyectos grandes un grupo específico se debe dedicar a este rol. Según la bibliografía consultada (PRESSMAN 1998; VIDAS 2004; YABUTA 2004) y análisis realizados, los tres principales objetivos del SQA son:

- Perfeccionar la calidad del software monitoreando debidamente tanto los productos de software como el proceso de desarrollo que los genera.
- Asegurar el cumplimiento de los estándares y procedimientos establecidos para el software y el proceso de software establecidos.
- Asegurar que cualquier desviación en el producto, el proceso, o los estándares son elevados a la gerencia para poder resolverlas.

Esto motiva a deducir que el beneficio primario de un programa de SQA es garantizarle a la gerencia ejecutiva o dirección máxima del proyecto, que el proceso de desarrollo de software, definido formalmente entre el cliente y el equipo de desarrollo, está implementado y en uso, asegurando que:

- Se trabaja con una metodología apropiada de desarrollo.
- El proyecto usa estándares y procedimientos en su trabajo.
- Se conducen revisiones y auditorías independientes.
- Se produce documentación para garantizar el futuro mantenimiento.

- La documentación se produce durante y no después del desarrollo.
- Existen mecanismos, y son usados, para controlar los cambios.
- El *testing* se enfatiza en las áreas de producto de alto riesgo.
- Las tareas en el proceso de desarrollo se completan satisfactoriamente antes de que las siguientes comiencen.
- Las desviaciones de los estándares y procedimientos se exponen lo antes posibles.
- El proyecto es auditable por profesionales externos en cualquier momento.
- La tarea de control de calidad se ejecuta siguiendo estándares previamente establecidos.
- El plan de SQA y el plan de desarrollo son compatibles.

Como conclusión de lo anterior entonces el SQA es un conjunto de actividades de protección que hay que aplicar durante todo el proceso de desarrollo del software y que engloba:

- Un enfoque de gestión de la calidad
- Tecnologías de Ingeniería de Software efectiva (métodos y herramientas)
- Revisiones técnicas Formales (RTF) periódicas
- Una estrategia de pruebas
- Control de la documentación del software y cambios realizados
- Un procedimiento que asegure un ajuste a los estándares de desarrollo de software
- Mecanismo de medición y generación de informes.

De manera tal que el grupo de SQA, dicho de otra manera, sirve como representación del cliente dentro de la casa. O sea, el personal que lleva a cabo las actividades de SQA debe mirar el software desde el punto de vista del cliente. El SQA por tanto debe encargarse de monitorear la manera en que los grupos: desarrolladores y cliente; ejecutan sus responsabilidades, ya que

son estas personas los responsables del proyecto de software y las únicas que pueden ser responsables por la calidad del mismo. Correcto sería aseverar entonces que:

- Es un error asumir que el personal de SQA puede por sí solo hacer algo por la calidad del proyecto porque no tienen ningún rol en el desarrollo del software que les permita crear, unilateralmente, modificaciones al mismo, ya sea de código u otro tipo. Todo lo que puede hacer SQA es alertar a la gerencia sobre las desviaciones a los estándares y procedimientos establecidos.
- La existencia de una función de SQA no asegura que se siguen los estándares y los procedimientos, siempre hay que contar con el **factor humano vs. métodos de trabajo**.
- Sólo si la gerencia demuestra periódicamente su soporte a SQA, siguiendo sus recomendaciones, SQA podrá ser efectiva.
- A menos que la gerencia de línea requiera que SQA trate de resolver sus “no-conformidades” con la gerencia del proyecto antes de elevarlas, SQA y desarrollo no trabajarán efectivamente. La gerencia debe entonces insistir acerca de que los problemas de calidad se solucionen antes de que el producto sea liberado para su uso, sino SQA se transforma en un ejercicio burocrático y costoso.

El rol de SQA puede ser ejercido por un equipo de profesionales calificados en Ingeniería de Software y Calidad, pero el equipo en conjunto debe responder a las principales responsabilidades del rol desempeñado:

- Verificar la completitud en los planes de desarrollo y de calidad del proyecto.
- Auditar la Gestión de Requerimientos para asegurar que las necesidades de los usuarios han sido traducidas correctamente en afirmaciones precisas (no ambiguas), que se usarán en el desarrollo del sistema. Se espera que una especificación de requerimientos que fue aprobada por clientes y/o usuarios tenga al menos las siguientes características:

- Que contenga todos los requerimientos deseados.
- Que cada requerimiento solo tenga una interpretación posible (esto apunta a eliminar ambigüedades).
- Que el cumplimiento de cualquier requerimiento no provoque conflictos con el cumplimiento de otro requerimiento, es decir, que sea consistente.
- Que se definan prioridades.
- Participar como moderador en inspecciones de diseño, de código u otros productos.
- Revisar los planes de *testing* verificando el cumplimiento de los estándares.
- Revisar una muestra significativa de los resultados del *testing* para determinar el cumplimiento de los planes.
- Auditar periódicamente el funcionamiento de la Gestión de la Configuración del Software (*Software Configuration Management* (SCM)) para determinar el cumplimiento de los estándares. La SMC abarca los siguientes aspectos claves:
  - Arquitectura de una configuración:
    - Identificación de los elementos de una configuración;
    - Versión, promoción, liberación (*release*), rama y variante.
  - Manejo de cambios a una configuración;
  - Manejo de solicitudes de cambio;
  - Manejo de la notificación de cambios.
- Participar en todas las revisiones a fin de cada fase del proyecto y registrar formalmente si los estándares y procedimientos no se alcanzaron satisfactoriamente.

Si se pregunta ¿cuáles son las principales funciones del rol de SQA a través de todo el ciclo de vida?, seguro se encontrarán varias respuestas, debido a que los autores de los estudios de SQA proponen ideas similares pero aplicadas a partir de los proyectos de software y distintas

perspectivas, pero ajustándolas se puede llegar a concluir que las funciones del SQA para cualquier proyecto de software son:

- **Definición de prácticas de Quality Assurance (QA):** se definen y están disponibles en herramientas, técnicas, métodos y estándares de desarrollo adecuados para ser usados como estándares de las revisiones de QA.
- **Evaluación de la planificación del proyecto de software:** si no se planifican prácticas de calidad adecuadas desde el inicio y sincronizadas con el plan del proyecto, luego no serán implementadas.
- **Evaluación de los requerimientos:** como es extremadamente inusual que se desarrollen productos de alta calidad a partir de requerimientos de baja calidad, los requerimientos iniciales deben ser revisados contra los estándares de calidad establecidos y pactados con anterioridad.
- **Evaluación del proceso de diseño:** se definen los medios para asegurar que el diseño siga las metodologías planificadas, que implemente los requerimientos y que la calidad del diseño propiamente dicha sea revisada independientemente.
- **Evaluación de las prácticas de codificación:** prácticas apropiadas de codificación deben ser establecidas y usarse.
- **Evaluación del proceso de integración y testeo del software:** se establece un programa de *testing* de calidad, el *testing* es ejecutado por un grupo independiente que es tanto capaz, como está motivado para encontrar problemas, la planificación del *testing* comienza en las primeras etapas del proyecto, y se revisa la calidad del *testing* propiamente dicho.
- **Evaluación del uso del proceso de control y gestión del proyecto:** asegurando que los procesos de gestión están funcionando, SQA ayuda a garantizar que todo el grupo de proyecto está orientado a producir resultados de calidad.

- **Adaptación de los procedimientos de SQA:** El plan de SQA debe ser adaptado a las necesidades específicas del proyecto.
- **Gestión de la Configuración del Software.** asegurando la validez que todo producto obtenido durante cualquiera de las etapas del desarrollo del software, a través del estricto control de los cambios realizados sobre los mismos y de la disponibilidad constante de una versión estable de cada elemento para toda persona involucrada en el citado desarrollo. La gestión de la configuración se realiza durante todas las fases del ciclo de desarrollo del producto, incluyendo el mantenimiento y control de cambios, una vez empezada la fase de elaboración.
- **Evaluación de la aplicación de métricas:** evaluando y prediciendo la calidad del software mediante la aplicación de métricas de software y modelos estadísticos que permitan un análisis del comportamiento del sistema y de sus atributos de software.

En síntesis se llega a que la función general del SQA es definir el proceso de modo que los “no” expertos puedan auditar evidencia de que las actividades fueron realizadas. El conjunto de estas funciones hacen al rol de SQA exigirle a sus profesionales que sean capaces de:

- Identificar los principales problemas humanos que conlleva el proceso de cambio asociado al mejoramiento del proceso productivo de software.
- Definir los aspectos de administración y liderazgo necesarios para desarrollar un grupo humano informático motivado, competitivo y con alto espíritu de superación que contribuya eficazmente al negocio de la empresa.
- Desarrollar y aplicar un plan de reeducación para crear una organización abierta al aprendizaje constituida por profesionales con un alto espíritu de logro.
- Definir y aplicar acciones concretas para mejorar la calidad del trabajo individual y grupal del recurso humano informático.
- Brindar confiabilidad y seguridad a los miembros del equipo de trabajo.

### 1.2.6 Aseguramiento de la Calidad de Producto o Proceso en CMMI

El propósito del SQA, que anteriormente se dijo, es garantizar la calidad del producto final a través de los procesos por los cuales atraviesa el producto a lo largo de su ciclo de vida. El CMMI define un área de procesos en su nivel 2 llamado Aseguramiento de la Calidad del Producto o Proceso (*PPQA: Process and Product Quality Assurance*). En este nivel se define que:

- Las actividades de SQA son planeadas.
- Se verifica objetivamente la adherencia de las actividades y productos de software a los estándares, procedimientos y requerimientos.
- Las actividades y resultados de SQA son informadas a los grupos de trabajo e individuos que están relacionados.
- Los problemas de no cumplimiento que no pueden ser resueltos por los equipos de trabajo, son tratados a nivel de comités técnicos especializados.

PPQA proporciona, a los equipos de desarrollo y la dirección, la visibilidad objetiva de los procesos y productos asociados. PPQA es un área de proceso clave, que a veces no se le da la suficiente importancia, pero que sin ella no será posible implantar un modelo de calidad ya que posibilita detectar errores antes que se produzcan en el desarrollo del software o al menos, si ya están cometidos que no se propaguen. Por lo tanto es posible lograr a lo largo de todo el ciclo de vida del software, un nivel de calidad en sus procesos que conlleve a la calidad final del producto de software. PPQA presenta como objetivos:

- **Evaluar objetivamente la ejecución de procesos y productos:** Se evalúa objetivamente la adherencia de los procesos implantados y de los productos/servicios asociados con las descripciones de proceso, estándares y procedimientos aplicables y establecidos.

- **Proporcionar visibilidad objetiva:** Los incumplimientos son supervisados con objetividad, y son comunicados; proporcionando los resultados obtenidos, y se asegura su resolución al proponer acciones correctivas.

El CMMI, exige un enfoque riguroso de Gestión de la Calidad, donde las organizaciones deben tener sus procesos definidos, documentados y controlados en todas sus partes; además de que los procesos para cada proyecto están basados en el proceso organizacional, mediante ajustes a las necesidades del proyecto y estos procesos puedan ser medidos para permitir mejoramiento continuo de la calidad. Dentro de cada uno de los 5 niveles de la madurez CMMI, los procesos dominantes se definen en cinco áreas: metas, cumplimiento, capacidad, medida y verificación.

En paralelo con el desarrollo de CMMI, el SEI elaboró, a través de un método riguroso para determinar cómo una organización va resolviendo los objetivos en cada nivel para la evaluación formal, el modelo denominado SCAMPI (*Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement*), el cual proporciona grados detallados de fortalezas y de debilidades relacionadas con los modelos CMMI. SCAMPI fue desarrollado para ayudar a organizaciones para mejorar sus procesos fijando prioridades y centrándose en las mejoras para alcanzar metas de negocio.

El método SCAMPI consta de tres fases, en cada una de las cuales se llevan a cabo un conjunto de procesos para la evaluación de los procesos en la organización. En él, los resultados de una evaluación se obtienen mediante la aplicación de un conjunto de reglas de negocio aplicadas a cada componente del modelo (prácticas, objetivos, áreas de proceso y niveles de madurez), normalizando tres tipos de evaluación: A, B y C. Las evaluaciones tipo C permiten examinar los procesos de la organización de la forma menos intrusiva posible, y es también el modelo de evaluación menos riguroso en la toma de información y requisitos. Las evaluaciones B son más rigurosas que las C, y a la vez más flexibles que las de tipo A, aunque ya exigen el uso de un equipo y el examen de resultados o artefactos obtenidos por la implementación del modelo o de sus prácticas. Las evaluaciones de tipo A son las más rigurosas y son las únicas que pueden calificar niveles de madurez.

### **1.3 Conclusiones del Capítulo**

Como se ha descrito en el Capítulo 1, a través de los conceptos referidos a la Gestión de la Calidad, que el desarrollo de productos con calidad es un tema complejo y de gran importancia en las organizaciones que desarrollan productos como el software con intereses de mercado. Por todo lo anteriormente dicho es que es necesario la creación y aplicación de modelos, como el que se describirá en el Capítulo 2, que garanticen la Gestión de la Calidad en los procesos productivos de la UCI.

## **CAPÍTULO 2: DISEÑO DEL PROCESO SQA**

En el presente capítulo se hará la descripción gráfica y textual del proceso de Control al SQA (CSQA) que se propone, así como una descripción textual de cuáles serán las tareas que se desarrollarán durante la ejecución del proceso y se exponen las razones de por qué son necesarias esas actividades.

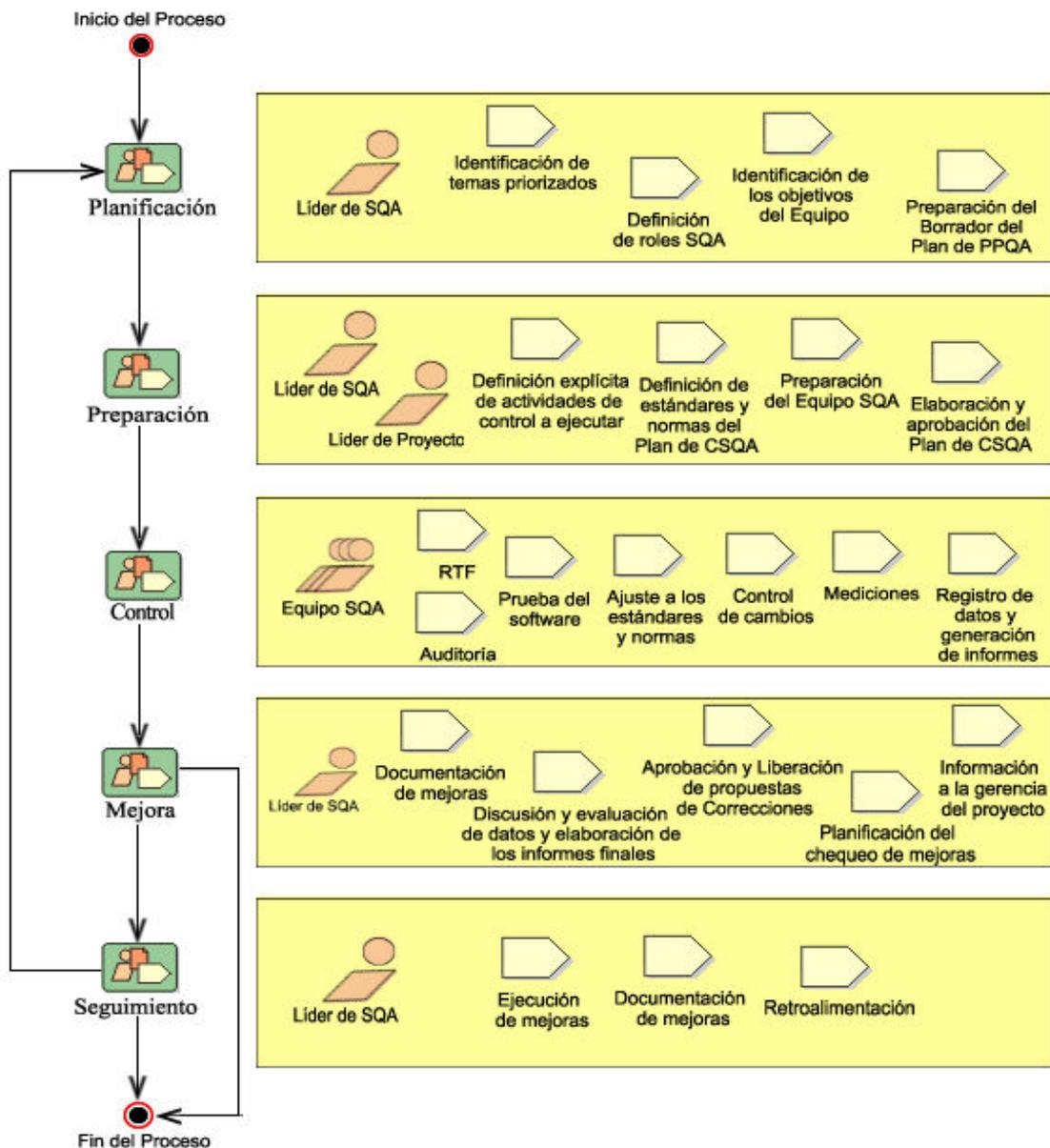
### **2.1 Proceso CSQA**

Partiendo de todos los conceptos descritos en Capítulo 1 y usando algunas definiciones que brinda CMMI como modelo de mejora de procesos y SCAMPI como su modelo de evaluación, y tomando como principio uno de los objetivos de este trabajo, “Obtener un proceso SQA adaptable al proceso productivo UCI”; se procede a la realización y obtención de un proceso SQA que es capaz de ser aplicable a cualquier proyecto productivo UCI. Para la obtención y desarrollo del mismo se tomaron en cuenta los requisitos que tienen que cumplir y los artefactos que tienen que tenerse en un proyecto productivo de software para poder afirmar que tiene calidad o que trabaja asegurando la calidad de sus procesos, para obtener así, un producto final con calidad. En todo momento se trabajará con la documentación que por definición, debe irse recogiendo en el Expediente del Proyecto, y con las plantillas que se tienen definidas y aún se siguen definiendo en la UCI para recoger toda la información de dicho proyecto y que forman parte del expediente. Los ejecutores del proceso que se propone, son los estudiantes y profesores miembros de los grupos de calidad de las facultades y la alta gerencia de los proyectos que la conforman, las direcciones de producción de las facultades o la Dirección de Producción de la UCI.

El proyecto productivo cuenta con un grupo de estudiantes y/o profesores que se dedican a controlar las actividades de SQA dentro del proyecto, que en su fase de Concepción, se elaboró un Plan SQA que contiene las referencias a los documentos y normas que regirán la evolución del proyecto en cuanto al trabajo con calidad. Este documento está realizado según la norma IEEE 730-1998, definido así por la Dirección de Calidad y Gestión de Software de la UCI.

El proceso que se propone tiene comienzo cuando la alta gerencia solicita a un Grupo de Calidad, de determinada área, que efectúe el Control y Aseguramiento de la Calidad del Software a un proyecto productivo determinado. El proceso se basa básicamente en el monitoreo y evaluación del proceso de SQA, que es llevado a cabo dentro del proyecto productivo, mediante la comparación de los pasos ejecutados por el equipo de proyecto y el equipo de SQA y aquellos que están documentados. También el proceso está encaminado al monitoreo de la verificación y de la validación del software.

En la figura 2, se muestran cuáles van a ser los flujos de trabajo y las actividades a ejecutarse para lograr este objetivo.



**Figura 2. Proceso de Control de SQA**

En los siguientes apartados se presenta la explicación de cada uno de los flujos de trabajo en lo que se sustenta el proceso y las actividades que los componen.

## 2.1.1 FLUJO DE TRABAJO: PLANIFICACIÓN

Cuando se habla de planificación en este trabajo, se trata de empezar a realizar un conjunto de acciones, para lograr un objetivo muy preciso: **asegurar la calidad de un proceso o producto de software de un proyecto productivo UCI, a través de un control al SQA que le realiza el grupo de calidad del proyecto**. Este flujo de trabajo (figura 3) es el primero que debe ponerse en marcha a partir de la solicitud, por parte de la alta gerencia, de un Control y Aseguramiento de la Calidad a un proyecto productivo, en cualquiera de sus fases, iteraciones o flujos de trabajo. El responsable de la realización de este conjunto de actividades es el Líder SQA que el Grupo de Calidad del área a la cual llegó la solicitud, defina para realizar el proceso.

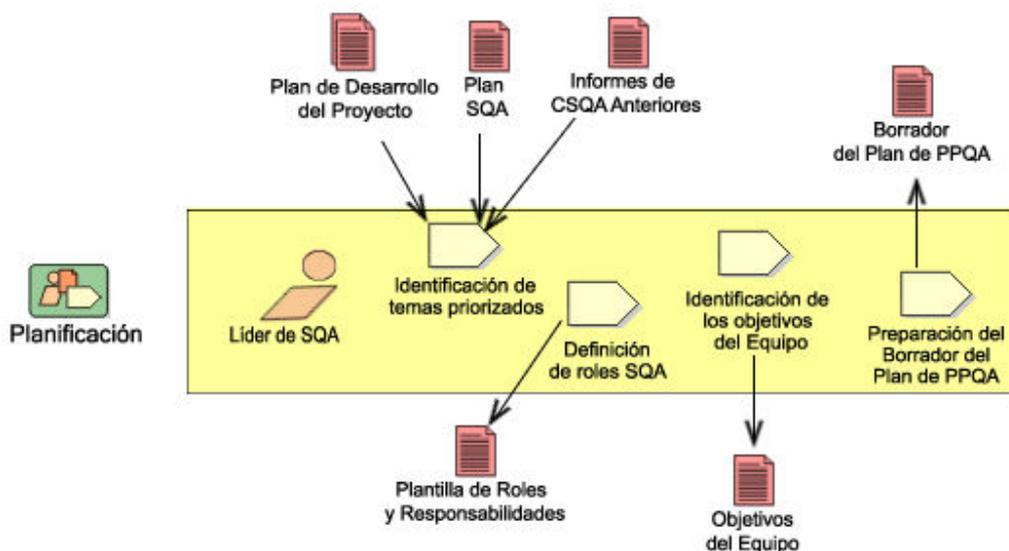


Figura 3. Diagrama del Flujo de Trabajo Planificación

### 2.1.1.1 Identificación de temas priorizados

La **Identificación de temas priorizados** es una actividad en la cual se identifican las cuestiones fundamentales a las cuales el Equipo SQA va a prestar mayor interés a la hora de efectuar el Control y Aseguramiento de la Calidad del Software (CSQA) en el proyecto “objetivo” de la evaluación. Aquí el Grupo de Calidad, define quién de sus integrantes será el Líder del

Equipo SQA al que se le dará la tarea de llevar a cabo el cumplimiento del Control de SQA. El líder designado, con el Plan del Desarrollo del Proyecto, el Plan de SQA del mismo, y los informes de controles SQA realizados anteriormente a dicho proyecto; que son los artefactos que más información pueden brindar para realizar una estimación de lo que pueda estar ocurriendo en el periodo en el que se quiere intervenir; analiza, según la petición de control dada, qué debilidades puede estar presentando un equipo de desarrollo o el proyecto productivo en general. A partir de este momento se desencadena la conformación del Equipo SQA, y la definición de los objetivos del equipo, así como la elaboración de un borrador del Plan de CSQA de un Proceso o Producto a ejecutar sobre el proyecto productivo al cual se le ha hecho la petición de CSQA dada.

#### **2.1.1.2 Definición de roles SQA**

La **Definición de roles SQA** se basa fundamentalmente en la organización dentro del Grupo de Calidad, del Equipo SQA que va a realizar el CSQA. Se parte del concepto que este control de la calidad, se puede realizar en cualquier momento dentro de un proyecto productivo y por tanto el Equipo de SQA, que hará dicho control en esta ocasión, puede que no sea necesariamente el mismo en otro control y de esto dependerá lo que se vaya a evaluar según el estado del producto. Así mismo puede darse el caso que se decida que un miembro del Grupo de Calidad, pueda o tenga que cumplir con el papel de varios roles al mismo tiempo dentro del Equipo SQA. No se recomienda que se cumpla en un mismo intervalo de tiempo, con diversos roles o con el mismo en varios equipos SQA. Al final de la actividad queda conformada la Plantilla de Roles y Responsabilidades del equipo.

Esta actividad tiene su relevancia en el proceso porque cada integrante debe conocer el rol que le fue asignado y las responsabilidades del mismo antes de efectuar el CSQA. Dicho conocimiento se puede alcanzar a través de materiales bibliográficos o de la asistencia a otras inspecciones en calidad de oyente.

### 2.1.1.3 Identificación de objetivos del Equipo

Actividad que tiene mucha relación con la definición de los roles y conformación del equipo SQA, ya que un objetivo para el equipo es una situación deseada que el equipo debe intentar lograr al final de su trabajo. Por tanto también de ello dependerá la participación y el protagonismo de uno u otro miembro del equipo. Los objetivos se establecen para cada equipo de SQA que se forme para realizar algún CSQA, teniendo en cuenta, los objetivos que dentro del Grupo de Calidad se definieron como estándares para formar parte de de objetivos de los equipos SQA independientes. Estos objetivos tienen las siguientes funciones:

- **Presentación de una situación futura:** se establecen objetivos que sirven como una guía para la etapa de ejecución de las acciones SQA.
- **Fuente de legitimidad:** los objetivos justificarán las actividades del Equipo SQA dentro del proyecto productivo a evaluar.
- **Sirven como estándares:** sirven para evaluar las acciones y la eficacia del Equipo SQA.
- **Unidad de medida:** para verificar la eficiencia y comparar la productividad del Equipo SQA, tanto con otros equipos SQA que cumplen iguales funciones, o con el mismo equipo con respecto a acciones pasadas.

La estructura de los objetivos debe establecer la base de relación entre el equipo SQA y su futuro entorno de trabajo aunque sea aún desconocido. Es preferible establecer varios objetivos para satisfacer la totalidad de las posibles necesidades. Los objetivos no pueden ser estáticos, ya que los proyectos productivos también presentan cierta dinámica que puede cambiar incluso dentro del Control de la Calidad. Por ello, es necesario revisar continuamente la estructura de los objetivos frente a dichas alteraciones.

Los objetivos del equipo dan al Líder SQA y a los demás miembros del equipo, importantes parámetros para la acción en áreas como:

- **Guía para la toma de decisiones:** una parte importante en la responsabilidad del Líder SQA es tomar decisiones que influyen en la operación dentro del proceso de SQA y en la existencia del equipo SQA y del personal del mismo. Una vez que el Líder SQA formula los objetivos organizacionales, sabe en qué dirección deben apuntar en su desempeño. Su responsabilidad se convierte, pues, en tomar las decisiones que lleven al equipo al logro de sus objetivos.
- **Guía para la eficiencia del equipo SQA:** el Líder SQA lucha siempre por aumentar la eficiencia del equipo cuando sea posible. La **eficiencia** se define en términos de la **Calidad Total**, como el esfuerzo humano y de recursos que se invierten para alcanzar ciertos objetivos. Por lo tanto, antes de que pueda mejorar la eficiencia de un equipo, el líder debe lograr una clara comprensión de los objetivos organizacionales. Sólo entonces podrán utilizar los recursos limitados a su disposición tan eficientemente como le es posible.
- **Guía para la coherencia del equipo SQA:** los miembros del equipo SQA necesitan una orientación relacionada con su trabajo. Ellos siempre necesitarán saber si los objetivos del equipo se usan como: actividad productiva, la toma de decisiones de calidad, la planeación efectiva o simple acción docente.
- **Guía para la evaluación de desempeño:** el desempeño de todo el personal de un equipo SQA debe ser evaluado para medir la productividad individual y determinar lo que se puede hacer para aumentar. Los objetivos organizacionales son los parámetros o criterios que deben utilizar como base de estas evaluaciones.

Los objetivos del equipo deben ser: claros, flexibles, medibles o mesurables, realistas, coherentes y motivadores.

Decidir qué se quiere conseguir es, si no la principal, una de las acciones más importantes que se puede llevar a cabo cuando se está planificando. Hay que pensar muy bien en qué se quiere conseguir y proponer cómo lograrlo. Los objetivos deben tener en cuenta la información que se pueda obtener del trabajo a realizar y del conocimiento previo. Una vez establecidos, condicionan el resto del proceso, de hecho puede decirse que la planificación se concentra en cómo alcanzar los objetivos, que en su definición deben participar todos los que van a estar implicados en alcanzarlos. Todos estos objetivos se redactan en un documento y se hacen de público conocimiento a todos los miembros del Equipo SQA.

#### **2.1.1.4 Preparación del borrador del Plan de PPQA**

Normalmente hay varias maneras de conseguir un objetivo dado a través de las alternativas operativas que se puedan presentar, y entre las que es preciso elegir aquella opción que se entiende que es la mejor en función del tiempo y de los recursos disponibles y con ella crear la estrategia de un plan. El Borrador del Plan de Aseguramiento de la Calidad de Proceso o Producto, no es el Plan de SQA, establecido a inicios del proyecto en la **Fase de Concepción** y llevado por el Grupo de Calidad del proyecto productivo; sino un plan de acciones concretas de evaluación, control y SQA en un determinado momento, teniendo en cuenta o no, la planificación según el Plan SQA. Este documento se redacta a partir del momento en que se tiene conformado el equipo SQA y se tienen identificados los posibles problemas o debilidades que pueda presentar un equipo o proyecto productivo. El documento realiza una estimación de hasta donde se puede llegar en el control y aseguramiento en el momento determinado para ser aplicado. El Plan SQA del proyecto define el conjunto de acciones de SQA a realizarse dentro del proyecto productivo en todo el ciclo de desarrollo y el Plan de PPQA define las actividades de SQA pero en un determinado periodo o momento en el ciclo de desarrollo según la opinión de los miembros del Equipo SQA. Este documento es la antesala al Plan CSQA, el cual tomará elementos del primero para su elaboración y puesta en ejecución.

## 2.1.2 FLUJO DE TRABAJO: PREPARACIÓN

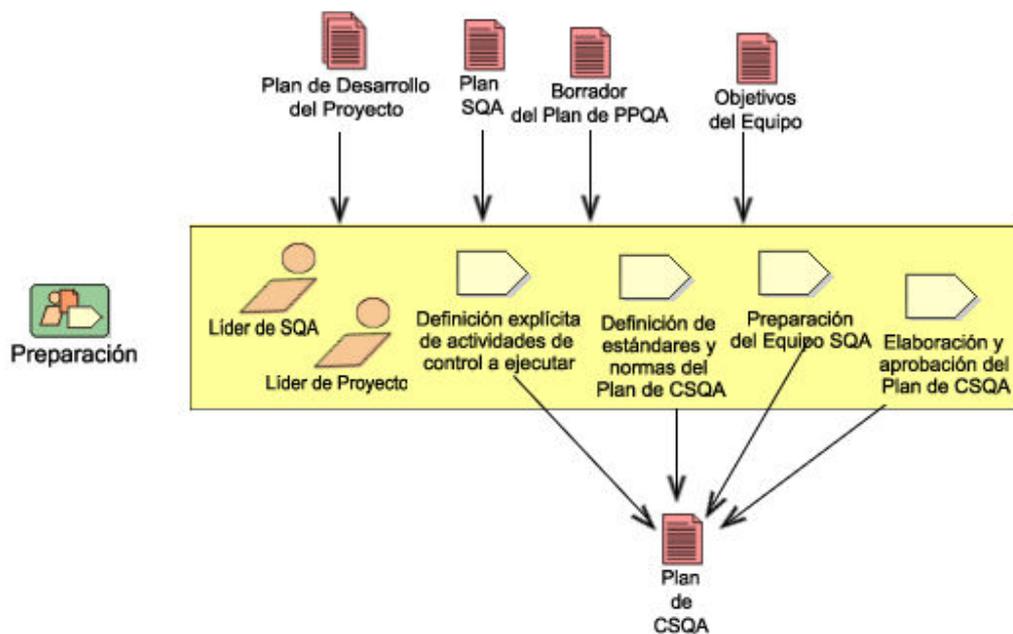


Figura 4. Diagrama del Flujo de trabajo Preparación

En este flujo de trabajo se realizan las actividades para dejar listo al Equipo SQA para realizar la tarea general asignada: **el Control y Evaluación del Aseguramiento de la Calidad del Software en un proyecto productivo UCI**. En la Figura 4 se muestran las actividades y artefactos que serán las entradas y salidas de las actividades y flujo de trabajo. En resumen estas actividades estarán dedicadas para que los miembros del Equipo SQA, entiendan el proceso que será objeto de evaluación, que actividades se ejecutarán, cómo la ejecutarán y hagan su planificación personal a partir del Plan CSQA que será el artefacto final del conjunto de actividades.

### **2.1.2.1 Definición explícita de actividades de control a ejecutar.**

En esta actividad se definen cuales serán las actividades objetivas de control sobre el SQA y las actividades propias de aseguramiento, que deberán ser llevadas a cabo por el equipo evaluador, ya que tendrán que tenerse en cuenta varios factores como quién solicita el control de la calidad, estado actual y real del proyecto, nivel de prioridad del proyecto, cantidad de miembros del equipo controlador, nivel de exigencia documental, etc. Básicamente se definen el ¿qué se va a evaluar?, ¿quién lo va a evaluar?, y ¿cómo (método) lo va a evaluar?

También se tomará en cuenta la documentación que deberá ser exigida por el equipo y los posibles informes que necesariamente deberán elaborarse al finalizar cada uno de las actividades de control, ya que la documentación de todo el proceso es el resultado fundamental del trabajo. Todas estas actividades serán plasmadas en el Plan CSQA, que empieza a tomar forma en esta fase, ya que se nutre con las actividades que fueron propuestas en el Borrador del Plan PPQA, siendo definidas aquí de manera oficial las más acertadas, y desechadas las que no cumplen con ningún objetivo en el periodo del ciclo de vida en el que se va a intervenir.

### **2.1.2.2 Definición de estándares y normas del Plan de CSQA**

El propósito de esta actividad es definir qué estándares y normas usará el Equipo SQA, para realizar la evaluación de la calidad del software. El equipo tendrá necesariamente que tener en cuenta las normas y estándares por las que se rige el proyecto productivo, el cual las tiene definidas en su Plan SQA.

El aseguramiento de la calidad comienza en los inicios de las fases de un proyecto para establecer planes, procesos, normas, y procedimientos que añaden valor al software y satisfacen los requisitos del proyecto y las políticas organizativas. Todos estos elementos son establecidos y escritos, como se dice anteriormente, en el Plan SQA, donde se definen los hitos en los que se deben realizar las actividades de SQA tales como auditorías, revisiones, chequeo de apego a los estándares y/o procesos del trabajo, etc.

Definir si lo que se ha venido realizando en el proyecto productivo, se rige exactamente por los mismos principios y normas, que fueron acordados como guías para el desarrollo del mismo, es parte del SQA. Es por ello que es muy importante para el equipo, saber a qué se está ajustando el desarrollo del software, para poder tener visión objetiva a la hora de decir si está realizado de la manera correcta.

La definición de estándares y normas permitirá al equipo tener, para su trabajo, las bases normativas muy fundamentadas, por eso es necesario que cada miembro las conozca antes de empezar su trabajo para identificar cualquier problema y proponer las acciones necesarias de corrección a partir de éstas.

### **2.1.2.3 Preparación del Equipo SQA**

Esta actividad no debe suponerse que es el Entrenamiento Organizacional (*Organizational Training*) del CMMI nivel 3; es el *Train People* de CMMI en su nivel 2; aquel es un área de procesos y aquí es una actividad dentro de un área de procesos. La preparación del equipo de SQA es básicamente un conjunto de reuniones previas a la ejecución del control de la calidad, donde quedan discutidos e implementados los objetivos organizacionales del Equipo SQA, se establece el procedimiento a ejecutar de control de la calidad, se dan a conocer sobre qué bases, normas y estándares se revisará el trabajo, se discute y se aprueban los métodos con los que se realizará el control, las relaciones con los miembros del proyecto y se elabora el Plan definitivo de Control de la Calidad, el cual debe ser presentado al Líder de Proyecto y debe ser aprobado. Esta preparación la debe recibir todo el personal que va participar en el CSQA, porque en ella se toman un conjunto de decisiones muy importantes, además será el momento donde la planificación previa tomará verdadera forma, porque ya cada miembro del Equipo Revisor, tendrá asignadas un grupo de tareas con todos los elementos necesarios para su ejecución, tendrán el conocimiento de las actividades y procesos de la organización a evaluar, se prepararán en las estrategias de recogida de los datos a emplear y elaboraran de forma individual, o entre los compañeros que comparten el mismo rol, su agenda de trabajo, la cual presentarán al Líder SQA

y esperarán por aprobación de la misma por parte de éste. Esta agenda de trabajo será la herramienta fundamental por la cual los evaluadores realizarán su trabajo y deberá contener horarios, herramientas a utilizar en su desempeño, qué evaluar y cómo evaluar.

La actividad de preparación que desarrollan los miembros del Grupo SQA del proyecto son las de entrenamiento, necesarias para que el equipo de proyecto ejecute las actividades establecidas en su Plan de Aseguramiento de la Calidad del Software.

#### **2.1.2.4 Elaboración y aprobación del Plan de CSQA**

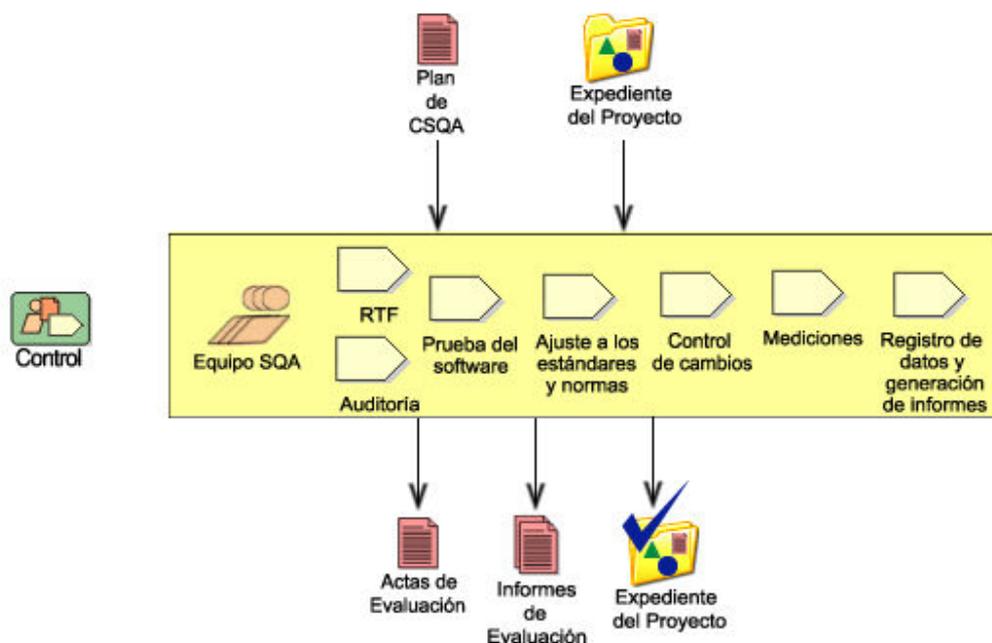
El Plan CSQA ya se ha venido conformando desde la Preparación del Equipo SQA. Ahora bien, la actividad actual de Elaboración del Plan de Control, a pesar de que va incluida dentro de la anterior, se decide separarla, porque aquí es donde se termina de elaborar con todos los elementos que hubiesen faltado de las acciones anteriores y pasa a la aprobación final por las partes interesadas en el CSQA. El Líder del Equipo SQA evaluador, presentará y discutirá el Plan de CSQA con el Líder de Proyecto. En esta reunión puede estar el Líder SQA del grupo de calidad del proyecto. Si el Líder de Proyecto está en contra de algunas de las acciones que realizará el Equipo SQA por el procedimiento planteado, deberá discutir con el Líder SQA de su Proyecto y el Líder de SQA evaluador, el por qué no está de acuerdo con el procedimiento, hasta llegar a su aceptación. Si no llegase a ocurrir el consenso entre ellos, sobre el procedimiento de control a ejecutarse, ambas partes deberán presentar a la Gerencia del proyecto su punto de vista y sus propuestas y será entonces la Gerencia del Proyecto o quién solicitó el control, el que dé o no su aprobación final al plan propuesto según sus intereses y propósitos. En caso de ser el Líder SQA controlador el que salga favorecido en cuanto a la aprobación de su propuesta, entonces se procede a la presentación formal a los miembros del equipo y ya estará listo el Equipo SQA para el Control y Aseguramiento de la Calidad del Producto o Proceso en el Proyecto Productivo. En caso que la decisión favoreciere al Líder de Proyecto, entonces el Líder SQA deberá a volver a preparar realizar otra propuesta de ejecución de control de la calidad. En este nuevo documento por supuesto que aparecerán las modificaciones parciales o totales al

procedimiento planteado anteriormente, lo que trae consigo realizar todo el proceso comenzando esta vez en la actividad de preparación, hasta que llegue a manos del Líder de Proyecto el Plan CSQA, que cumpla con los intereses discutidos, para su aprobación final. Hay que destacar que muchas veces puede pasar que los líderes de proyecto y de SQA, a estar comprometidos con el trabajo que desarrollan en el proyecto, pueden estar en contra de las propuestas que les serán presentadas por parte de los evaluadores. Es por eso que el Líder SQA evaluador, deberá ser una persona muy habilidosa e inteligente, para poder llegar a un buen consenso que cumpla con los intereses de la alta gerencia del proyecto y que a la vez permita un total y buen desempeño en la evaluación de la calidad del proceso de desarrollo del software en el proyecto productivo, siendo esta relación muy beneficiosa para todos, incluso para el cliente que es el mayor beneficiado con ello.

### **2.1.3 FLUJO DE TRABAJO: CONTROL DE LA CALIDAD**

El Control de la Calidad, dentro de la Gestión de la Calidad, es la ejecución de la estrategia creada, discutida y aprobada por el Equipo SQA (Figura 5), que se lleva a cabo realizando en tiempo todas las acciones y actividades programadas en el período acordado por sus integrantes. Supone llevar a la realidad lo propuesto por el equipo.

El Control tendrá como objetivo asegurar que los productos del trabajo que se realiza en el proceso de producción, satisfacen los requerimientos especificados a través de la evaluación objetiva de las actividades de SQA que son realizadas en el proceso productivo.



**Figura 5. Diagrama del Flujo de trabajo Control**

Control de la Calidad, dentro de un proyecto productivo, es realizar una observación constante acerca del cumplimiento de las tareas que pueden ofrecer una calidad objetiva a la forma en como se está desarrollando un proyecto de Ingeniería de Software. Es necesario lograrlo durante todo el desarrollo del software porque visto desde la perspectiva de la calidad, es parte del proceso de elaboración del producto; y lo componen una serie de inspecciones, revisiones y pruebas, utilizados a lo largo del proceso del software para asegurar que cada producto cumple con los requisitos que le han sido asignados; además el mismo, incluye un bucle de retroalimentación del proceso que creó el producto. Durante este control de calidad la combinación de medición y retroalimentación, permite afinar el proceso cuando los productos que genera no cumplen las especificaciones. Por eso es que cada proyecto productivo tiene un grupo de calidad en su nómina de miembros, para realizar el control de la calidad del producto. Pero Control de la Calidad, aquí se es la ejecución por parte del Equipo SQA evaluador, de una intervención, inspección y evaluación de las actividades de SQA y control de la calidad que son ejecutadas dentro de un proyecto productivo, por su grupo de calidad.

En el Control de Calidad; que también puede llamarse Evaluación de la Calidad; se debe tener presente los costos que involucra. Si se piensa en las tareas que se debe realizar en este control, puede observarse que es necesario llevar a cabo tareas de búsqueda de problemas, testeo, realimentación, rectificación, elaboración, modificación y estudio de la documentación; entre otras actividades. Todas ellas tienen costos agregados, aquí incluso en este proceso puede darse el caso de la inserción de equipos SQA externos a la UCI, generando más costos. Pero debe existir un compromiso, ya que un excesivo costo en el Control de la Calidad puede hacer que este proceso se torne ineficiente. Pero, por otra parte, el mejoramiento de la calidad implica reducir los costos ya que se tendría un cierto nivel de calidad ya asegurado.

Cada miembro del equipo SQA tendrá definido antes de empezar, como es dicho en apartados anteriores, las tareas correspondientes asignadas en las actividades de Preparación, así como su agenda de trabajo personal que previamente le fue aprobada por el Líder del equipo.

#### **2.1.3.1 Revisiones del software**

Las revisiones del software son un filtro para el proceso de Ingeniería de Software, se aplican en varios momentos del proceso y sirven para detectar defectos y errores para poder eliminarlos. Las revisiones permiten "refinar" el análisis, diseño y codificación. El trabajo técnico necesita ser revisado porque puede que cualquier miembro del equipo de desarrollo puede realizar cualquier equivocación y los errores serán más visibles para otra persona, que para el propio desarrollador. Una revisión deberá ser una forma de aprovechar la diversidad de un grupo de personas para señalar las necesidades de mejora y confirmar las partes en las que esta no es deseable, así como conseguir un trabajo técnico más uniforme, predecible y manejable.

#### **2.1.3.2 Revisiones Técnicas Formales**

La actividad central que permite garantizar la calidad dentro de los procesos de desarrollo del software, es la Revisión Técnica Formal, fundamentalmente concentradas en las fases de Elaboración y Construcción. Esta es una reunión específica de revisión que realiza el personal técnico con el único propósito de descubrir problemas de calidad. El Equipo SQA puede

establecer la realización de una o varias RTF o una evaluación de las RTF ya realizadas. Ambos casos son recomendables y pueden efectuarse en el mismo CSQA, porque la documentación generada de las anteriores RTF, pueden servir para la realización de las nuevas RTF, permitiendo el chequeo objetivo de los problemas encontrados y de las soluciones ya ejecutadas, así como la efectividad de las mismas.

Los objetivos que persiguen las RTF son:

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

Antes de efectuar las RTF, se deben establecer algunas directrices para poder conducir las a buen término, las cuales deberán ser distribuidas entre los revisores, para ser consensuadas y seguidas al pie de la letra. Algunas de estas directrices para las RTF:

- Revisar el producto, no al productor.
- Fijar una agenda y mantenerla (muy importante porque evita retrasos y distracciones que puedan afectar la calidad del trabajo y la imagen del Equipo SQA).
- Tratar una porción relativamente pequeña del sistema.
- Limitar el debate y las réplicas (hay que centrarse en el trabajo que se fue a realizar, los miembros del equipo de proyecto pensarán que siempre tienen la razón y la tarea del Equipo SQA es dársela o corregírsela).
- Enunciar áreas de problemas, pero no intentar resolver cualquier problema que se ponga de manifiesto (la resolución de problemas debe ser pospuesta para después de la reunión de revisión).

- Limitar el número de participantes (algunas bibliografías consultadas recomiendan de 3 a 5 personas) e insistir en la preparación anticipada.
- Desarrollar una lista de comprobaciones para cada producto que haya de ser revisado.
- Disponer recursos y una agenda para las RTF.
- Llevar a cabo un buen entrenamiento de todos los revisores (todos los participantes en la reunión deben recibir algún entrenamiento formal).

La reunión de la RFT debe incluir la redacción del acta de la reunión y al final de la revisión todos los participantes deben decidir mediante votos si:

- Aceptan el producto hasta donde se revisó sin más modificaciones
- Rechazan el producto por los problemas encontrados (se someterá a nueva revisión tras su resolución)
- Aceptan el producto provisionalmente (se han planteado problemas de poca importancia que deberán resolverse, pero que no justifican otra revisión)

La reunión debe terminar con la firma del acta por parte de todos los participantes, con los votos individuales que estimen convenientes. Luego los revisores entregan el acta al Líder SQA, y además le hacen un recuento verbal como fue que realizaron la RTF y la opinión de cómo fue realizada. Muy importante es este paso porque a pesar de que se entrega todo por escrito, es bueno que los revisores den al Líder del Equipo SQA, una valoración personal de cómo fue realizado el trabajo y una descripción del ambiente en el que trabajó. El Líder SQA puede participar directa o indirectamente en la RTF, pero en cualquier caso, la comunicación siempre vale.

### **2.1.3.3 Auditoría de la Calidad**

La Auditoría de la Calidad es otro de los elementos fundamentales del SQA, ya que permite evaluar la eficiencia y eficacia de su implantación, ya que es la herramienta mediante la cual la alta dirección de la organización obtendrá información sobre cómo se están desarrollando las actividades relacionadas con la Calidad y los resultados que se están obteniendo. Es, por lo tanto, una herramienta de gestión básica en el proceso de la mejora continua de la Calidad, pues con la información que depara, la alta dirección de la organización puede determinar qué sectores del Sistema de Gestión de la Calidad son susceptibles de mejora y poder, así, actuar convenientemente sobre ellos.

ISO 9000/2000 define la auditoría como un proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias de la misma y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar la extensión en que se cumplen los criterios de la auditoría.

El procedimiento de auditoría, debe ser llevado por auditores del Equipo SQA, el cual comprueba si las actividades relacionadas con la calidad, se llevan a cabo o se realizan de acuerdo con lo especificado y/o establecido en los documentos del Plan de Proyecto y el Plan SQA. Cuando el auditor detecta desviaciones o no-conformidades, éstas deberán estar siempre, basadas en evidencias reales u objetivas, es decir, en pruebas que lo constaten, en observaciones de las actividades realizadas con lo establecido documentalmente, así como, el repaso de los registros existentes. Al finalizar la auditoría o evaluación de la ejecución de las mismas, se debe redactar un informe, en el cual se indicarán las desviaciones o no-conformidades detectadas que identifique el auditor, como evidencia de su realización.

La evaluación de las auditorías, también tiene como propósito revisar y evaluar si las auditorías realizadas por el grupo de SQA del proyecto fueron hechas de la mejor manera, para que se pueda fiscalizar que se lleva a cabo la corrección de todas las desviaciones o no-conformidades detectadas por el auditor del proyecto y se tengan en cuenta en la próxima revisión del Plan CSQA, de esta forma se realiza un correcto seguimiento que servirá para la verificación de la eficacia y eficiencia de la implantación de las acciones correctoras.

Como ejemplos de aspectos a considerar en las auditorías se tienen:

- La existencia de una documentación adecuada y actualizada.
- La implantación eficaz y eficiente de procesos.
- Las oportunidades para la mejora continua.
- La capacidad de los procesos.
- La identificación de las no-conformidades.
- El uso eficaz y eficiente de técnicas estadísticas.
- El uso de tecnologías de la información.
- El análisis de datos del costo de la Calidad.
- El uso eficaz y eficiente de recursos.
- La competencia del personal.
- Las responsabilidades y autoridades asignadas.
- La documentación de los resultados.
- Los resultados y expectativas de las prestaciones funcionales del proceso y del producto.
- La adecuación y exactitud en la medición de las prestaciones.
- Las actividades de mejora.
- Las relaciones con las partes interesadas, incluyendo a los clientes internos.

Como complemento a la documentación referida a las no-conformidades, el informe de auditoría debe, también, indicar las áreas para la mejora con las recomendaciones oportunas, así como las áreas con prestaciones notables.

Un grupo de revisiones y auditorías que la gerencia de los proyectos productivos UCI está sujeta a exigirle a los Equipo SQA en los controles que ejecutan y que deben servir como base

para la planificación de los mismos; según el Plan de SQA escrito siguiendo la norma IEEE 730-1998, y que actualmente es el definido para los proyectos UCI; son:

- **Revisión de los Requerimientos** (se corresponde con la tradicional Revisión de las Especificaciones del Software)
- **Revisión de la Arquitectura** (se corresponde con la tradicional Revisión del Diseño Preliminar)
- **Revisión del Diseño** (se corresponde con la tradicional Revisión del Diseño Crítico)
- **Auditoría de la configuración funcional** (para verificar que todos los requerimientos han sido cumplidos)
- **Auditoría de la configuración física** (para verificar que el software y su documentación están completos y listos para entregar)
- **Auditoría del Proceso**
- **Revisión del Proceso**
- **Revisión Administrativa** (Revisión de Aprobación del Proyecto, Revisión de la Planificación del Proyecto, Revisión del Plan de Iteración)
- **Revisiones Post-mortem** (Revisión de Aceptación de la Iteración, Revisión de Aceptación del Proyecto).

Como ejemplos de las actividades de seguimiento que se deben incluir en la planificación con referencia a las auditorías, se tienen:

- La verificación de la implantación del **Plan de Mejoras** y su validación.
- Selección de la oportunidad para la aplicación, y evaluación de eficacia, de la acción correctora.
- Evaluación de la eficacia del proceso de la auditoría.

- Es muy importante que la alta gerencia se asegure de que el equipo de proyecto aplique la toma de acciones de mejora como resultado de la auditoría y de la ejecución del CSQA.

Como en el caso de la RTF, el grupo de auditores o el auditor, además de la entrega de los informes y actas producidas durante esta actividad, hace un recuento verbal al Líder del Equipo SQA, del desempeño en la realización de la auditoría o evaluación de las auditorías efectuadas por los auditores del grupo de calidad del proyecto; y la opinión de cómo fue llevado a cabo este paso.

#### **2.1.3.4 Prueba del Software**

En esta actividad el evaluador solo se limitará a determinar si los procesos de prueba han sido correctamente aplicados y documentados, según como lo establece el Plan de Calidad y el Plan de Pruebas del proyecto. En un caso dado puede que el personal que hace el control del Equipo SQA quiera hacer la evaluación con un Caso de Prueba ya realizado. Entonces seguirá el procedimiento realizado por el Ingeniero de Pruebas según lo indica la Plantilla de Pruebas y chequea que los resultados que va obteniendo son los que refiere la misma. Puede ocurrir que se obtenga resultados diferentes a los documentados, porque ya se haya realizado algún cambio en el producto. Pero esta situación deberá ser conocida por el evaluador ya que su primera pregunta sería ¿Se ha realizado algún cambio que significase un resultado distinto en la realización de las pruebas?

En cualquiera de las situaciones anteriores los resultados serán recogidos y será evaluado el proceso de pruebas. La evaluación del proceso de Pruebas del Software, podrá ser realizada en cualquier momento en el ciclo de vida del software y es muy recomendable que se documente cualquier variación por mínima que sea, puede ser que vaya bien el software o que exista algún error aún desconocido. El evaluador debe estar claro de que, si se hizo un Plan de Pruebas fue porque se determinó que era importante probar si las funcionalidades del software están en

correspondencia en todo momento con las especificaciones que pide el cliente, cumpliendo así con la Gestión de Requisitos. Por lo tanto también tiene que estar claro de qué requerimientos se están probando; en qué momento se realiza la prueba y del entorno en que se realizó o se realizarán las pruebas.

El informe con los datos recogidos y el resultado de la evaluación son entregados al Líder SQA y el evaluador da su valoración sobre cómo se efectuó la evaluación de las pruebas y las dificultades a que se enfrentó.

#### **2.1.3.5 Control de cambios**

La actividad de **Control de cambios** contribuye directamente a la calidad de las actividades de SQA; ya que asegura que en el desarrollo de estas se mantengan controlados todos los cambios que son solicitados dentro del Grupo SQA del proyecto y que afectan directamente al PPQA. Esto es necesario hacerlo porque los productos que son generados dentro del SQA, por lógica al igual que el software, en su desarrollo cambian y evolucionan continuamente y es necesario tener una visibilidad y un control total de estos cambios a lo largo de todo el ciclo de vida del software.

En esta actividad se debe revisar como el equipo de SQA, para facilitar y favorecer la mejora continua de la gestión de calidad que realiza; ha definido e implementado los procedimientos y mecanismos para la gestión del cambio de sus procesos de trabajo.

El realizador de esta actividad deberá tener la capacidad de determinar, a partir del Plan SQA del proyecto, cuáles de los productos del PPQA deben ser elementos de configuración del mismo que puedan ser objeto de un control de cambios. El Grupo SQA del proyecto debió crear y establecer, en el momento que definió el Plan SQA, una línea base de trabajo y tener en ella los procedimientos y productos del trabajo que son la base para las acciones de aseguramiento de la calidad que realizan en el proyecto.

Es objetivo, del evaluador, controlar los cambios que se realizaron, cómo se realizan, si son notificados debidamente a los participantes de todo el Grupo SQA del proyecto; y si tienen alguna incidencia en el equipo de desarrollo, comunicárselo al Líder de Proyecto o a la alta gerencia, según fuese el caso, y si con los cambios se que realizan, mantienen una visión completa del progreso de la calidad del proyecto y las actividades de SQA.

Los **Registros de Calidad** podrían ser ejemplos básicos de productos puestos bajo el control de cambios del Grupo SQA.

Al finalizar la actividad se redacta un informe sobre todas la incidencias que fueron encontradas y entregadas al Líder de SQA, así como, opcionalmente, una copia de las planillas de solicitud de cambio evaluadas. El Líder de SQA puede tener acción directa o indirecta en esta actividad.

#### **2.1.3.6 Ajuste a Estándares**

El proyecto productivo para su trabajo y SQA, se debe regir por un conjunto de estándares, normas y metodologías de trabajo. La actividad de Ajuste a los Estándares es dedicada a la revisión detallada de cómo el equipo de trabajo o proyecto productivo se ha ajustado a esos estándares, y las posibles desviaciones que pudieran presentar a lo largo del proceso de desarrollo. El encargado de esta actividad dentro del Equipo SQA debe conocer los estándares, normas y metodologías que usa el proyecto y que anteriormente en el la Preparación del Equipo SQA le fueron informadas. Estos deben aparecer de forma explícita dentro del Plan SQA del proyecto. Resaltar que las normas y estándares deben tener respaldo en la base de normas, estándares y metodologías de trabajo, que la organización tiene definidas y disponibles para todos los proyectos productivos por los cuales responde.

La evaluación del Ajuste a Estándares termina con un informe donde se detallan los resultados de la evaluación; cuales fueron las anomalías que se encontraron siguiendo los

elementos estándares definidos, cuáles fueron son las desviaciones que presentan y en caso de existir estos desvíos, plantear las acciones correctivas a ejecutar.

### 2.1.3.7 Mediciones

La actividad de **Mediciones** se realiza para indicarle a la organización, si se ha aplicado o no, los métodos apropiados y adecuados para el seguimiento y cumplimiento, cuando ha sido aplicable, de la medición de los procesos según su Plan SQA, debiendo demostrar y confirmar la capacidad continua de cada proceso para satisfacer su finalidad prevista y poder alcanzar los resultados planificados o establecidos en sus metas y submetas. Por lo tanto, es necesario que el Equipo SQA establezca procedimientos documentados y adecuados para identificar las técnicas estadísticas necesarias para verificar la capacidad de los procesos, así como de los productos y como se controla su aplicación. Aquí juegan un papel muy importante, las métricas que fueron definidas para aplicar en el software y que son referenciadas en el Plan de Mediciones del Proyecto, ya que dan una guía de lo que se debe evaluar.

Las mediciones son herramientas que aportan muchos beneficios a la organización y tiene por objeto, entre otros:

- El control de los procesos, la verificación de su idoneidad y de los métodos utilizados.
- El análisis de los problemas y la identificación de sus causas.
- Establecer indicadores de la Calidad.
- La estimación de resultados futuros.
- Evitar no-conformidades y reclamaciones de clientes y usuarios.
- La definición de tolerancias de los procesos, productos y servicios.
- La determinación del nivel de la Calidad de los productos adquiridos y producidos.
- Las incidencias producidas con el personal propio, subcontratistas y proveedores.

Si la organización determinase que no existe la necesidad o no procede la aplicación de estas herramientas, es necesario que en la documentación del Plan SQA se hagan constar los motivos por los cuales se ha llegado a dicha conclusión. Cuando no se puedan o no se lleguen a alcanzar los resultados establecidos o planificados, simplemente se deberán llevar a cabo las oportunas correcciones, aplicando acciones correctoras para asegurar la conformidad del proceso.

Según indica la norma ISO 9004:2000, la organización debe identificar métodos de medición y realizar mediciones para evaluar las prestaciones de los procesos, incorporando estas mediciones en los procesos y utilizarlas en la gestión del proceso. Éstas se deben utilizar para gestionar operaciones del día a día, para la evaluación de los procesos que puedan ser adecuados para mejoras continuas o escalonadas, así como para proyectos de mejora significativa, de acuerdo con la visión y objetivos estratégicos de la organización, debiendo cubrir las necesidades y expectativas de los clientes y de las partes interesadas de forma equilibrada. Ejemplos de mediciones de las prestaciones de proceso, entre otras, se deben incluir:

- La exactitud.
- La capacidad.
- La oportunidad.
- El tiempo de reacción de los procesos y del personal a solicitudes especiales internas o externas.
- El tiempo del ciclo y el rendimiento.
- Los aspectos medibles de la seguridad de funcionamiento.
- La eficacia y eficiencia de las personas de la organización.
- La utilización de tecnologías.
- La reducción de desperdicios.
- La asignación y reducción de costos.

El resultado de esta actividad se registra en un informe que contendrá el resultado de la evaluación del proceso de medición. También se le anexará una copia del Plan de Mediciones del proyecto si así lo considerase el evaluador.

#### **2.1.3.8 Registro de datos y generación de informes**

En esta actividad se ejecuta la revisión total o parcial de toda la documentación existente y generada por el cumplimiento del Plan de Proyecto y Plan SQA en el proyecto productivo. Básicamente se habla de la Revisión del Expediente del Proyecto, donde se encuentra toda la documentación del proyecto, ordenada y con los requerimientos exigidos cumplimentados en su elaboración, para conformar dicho expediente. Esta actividad la puede realizar cada miembro del Equipo SQA evaluador por separado cuando ejecuta la actividad asignada en el control; o lo realiza uno o varios miembros del equipo dedicados a esa única actividad. Pero en esta tarea deberá tener un rol más activo el Líder de SQA, ya que el acceso al expediente en algunos casos será restringido por ciertos niveles de seguridad y él es quien determina quién ejecuta, cómo, cuando, y qué debe revisarse en el Expediente de Proyecto. Lo que se evalúa del Expediente de Proyecto en esta actividad, podría ser: la organización, nivel de actualización, accesibilidad, modo de elaboración, normas por las que se rige, etc. No se está evaluando lo que se registra, sino como se hace y cual es su estado.

Esta actividad termina con la elaboración de un informe final de la evaluación realizada, su entrega al Líder SQA y como en todas las actividades de evaluación, los miembros del equipo hacen un recuento verbal sobre cómo fue realizado el proceso de evaluación en esta actividad.

#### **2.1.4 FLUJO DE TRABAJO: ANÁLISIS DE LA MEJORA**

Una vez ejecutado el CSQA, es conveniente conocer con la mayor exactitud posible en qué medida se ha conseguido alcanzar los objetivos trazados en la planificación. Entonces llega el momento de estimar el nivel de eficacia del Plan CSQA. Esta estimación permitirá una

retroalimentación para realizar la próxima planificación en caso de que el Equipo SQA sea el responsable de próximas evaluaciones.

El flujo de trabajo **Análisis de Mejora** (Figura 6) comienza a la vez que el Equipo SQA haya terminado de ejecutar completamente el CSQA y cada miembro del equipo haya entregado su documentación. En ésta etapa es muy importante que sean bien analizadas y definidas las no-conformidades encontradas durante en el desarrollo del proceso, para que el Equipo SQA pueda hacer las propuestas finales para la mejora de la calidad de sus productos o procesos al equipo de proyecto o proyecto productivo al que se aplicó el Plan CSQA; y a la vez evaluar el proceso realizado por ellos, de manera que se pueda autoevaluar el proceso y auto-proponer mejoras para el proceso de control para nuevas ejecuciones.

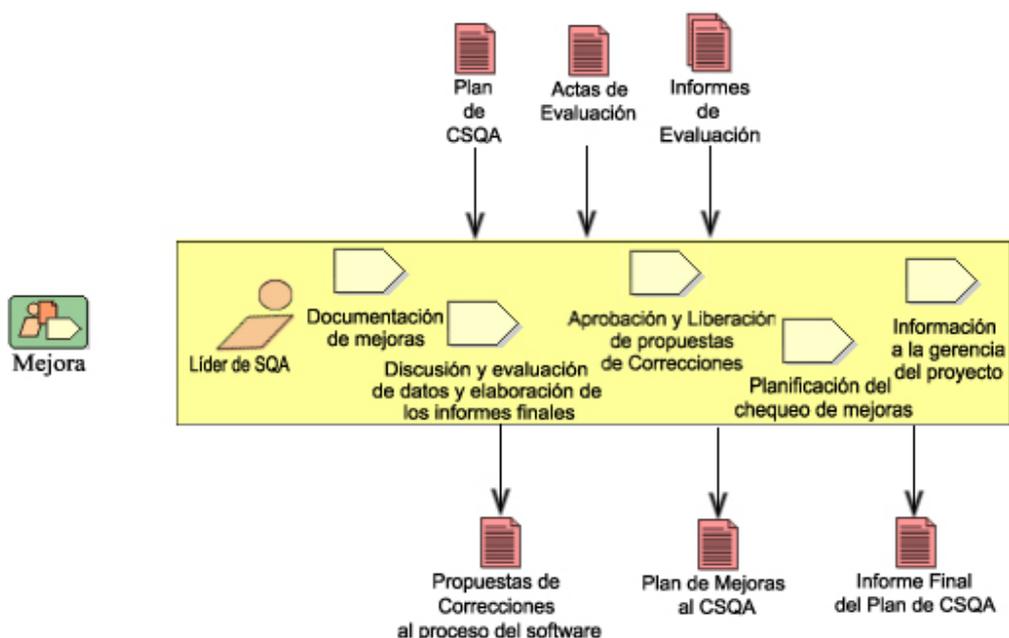


Figura 6. Diagrama del Flujo de trabajo Mejora

#### 2.1.4.1 Documentación de mejoras al Proceso CSQA

La documentación de mejoras la realizan todos los miembros del Equipo SQA que efectuaron el CSQA. Esta actividad de carácter individual, se basa en la conformación de los

informes que cada uno de ellos presentará a su Líder SQA, y la elaboración de un documento, donde recoja las propuestas de mejoras en la actividad que ejecutó, el por qué las propone y qué resolvería si se aplicasen. Ambos documentos tendrán carácter formal y deben ser muy específicos en la manera en que describen los elementos que los componen. Entre los miembros del equipo puede existir una colaboración para la realización de los informes, pues algunas actividades se solapan y puede que existan detalles que alguno haya notado y que otro lo haya obviado. Aclarar que esta colaboración es de manera informal y no es obligatoria aunque si recomendable.

#### **2.1.4.2 Discusión y evaluación de datos y elaboración de los informes finales**

Al finalizar cada actividad del Plan CSQA, cada miembro del Equipo SQA evaluador, hizo entrega de los datos que resultaron de su actividad en concreto, así como de los informes y actas que resultaron como colofón de cada actividad. Anteriormente se dijo que cada miembro también podía dar su opinión individual de cómo se comportó la actividad de evaluación. Es muy elemental no obviar este detalle porque la opinión de los miembros del equipo puede dar solución a cualquier problema encontrado, latente o futuro; en algunas actividades no se exige porque son muy elementales y no dependen mucho de la apreciación del personal revisor, pero también se les debe oír porque pueden aportar algún elemento importante.

La discusión y evaluación de los datos recogidos es tarea de todos los miembros del Equipo SQA, y debe ser cumplida de la misma manera en que se determinó por parte del equipo en la planificación y preparación, donde establecieron los procedimientos para la recolección y divulgación de información de SQA al término de actividades del control del Plan CSQA. Para esto se realiza una reunión donde cada uno de ellos realiza la lectura del informe elaborado y da su valoración personal sobre el proceso efectuado, los resultados obtenidos, las deficiencias encontradas y los elementos positivos que merecen ser resaltados. También se realiza la propuesta de las acciones para resolver o mejorar la calidad del proceso o producto, por él revisado. El acta de esta reunión será la base para la conformación de las **Propuestas de**

**Correcciones al proceso del software**, que el equipo le propondrá a la dirección del proyecto, el cuál deberá ser discutido, aceptado y aprobado por el Líder de Proyecto y su Líder de SQA, ya que también se incluirán en plan de correcciones, las acciones que deberá ejecutar el Grupo SQA del proyecto para mejorar el proceso de SQA que realiza en el mismo.

También en la reunión se discutirán los problemas que presentaron los miembros del equipo en la realización del CSQA, y que son reflejados en los documentos que fueron elaborados en la actividad de **Documentación de Mejoras**. Estos documentos son la base para que pueda ser garantizada la mejora del proceso CSQA, y así, elevar la calidad de las actividades SQA que se realizan dentro del proceso productivo y que a su vez, aseguran la calidad del desarrollo del software.

#### **2.1.4.3 Aprobación y liberación de propuestas de correcciones**

Esta es una actividad que contempla el momento en el que se reúnen los Líderes de SQA evaluador y del proyecto y el Líder de Proyecto para; con el documento de propuesta de mejoras, que llevado a proposición, y una vez discutido, refinar y aprobar las **Propuestas de Correcciones al desarrollo del software**. Estas propuestas, serán entregadas al Grupo de Mejora de Procesos de Ingeniería de Software (SEPG, *Software Engineering Process Group*) del proyecto; y será objetivo del Equipo SQA en su próxima iteración, chequear si han sido ejecutadas las correcciones recomendadas y si se tuvieron en cuenta fechas de ejecución, el conjunto de recursos y medios a emplear; y las maneras de documentación.

#### **2.1.4.4 Planificación del chequeo de mejoras**

Esta actividad puede no ser llevada a cabo si no es interés de la alta gerencia que el Equipo SQA, formado para el CSQA, siga atendiendo la evaluación del desarrollo del proyecto en cuanto

a su calidad. Aunque sí deben quedar documentadas las mejoras que se le puedan realizar al proceso ejecutado en el Plan de Mejoras al CSQA.

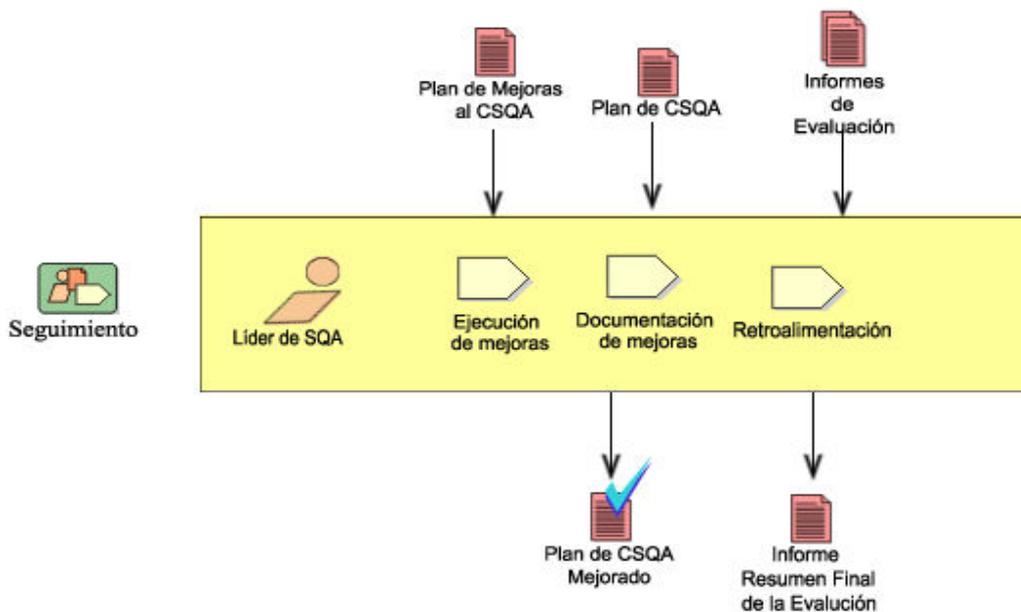
Si la alta gerencia decide que el equipo puede seguir atendiendo al proyecto, el equipo llevará a cabo la ejecución de un nuevo proceso teniendo como base los CSQA efectuados. Aquí cada miembro del equipo, tendrá una serie de tareas que deberá ir realizando en próximos CSQA, incluso en etapas intermedias entre estos. Además se le darán elementos a tener en cuenta para mejorar la manera en que hará las próximas evaluaciones y así mejorar la calidad del CSQA.

#### **2.1.4.5 Información a la gerencia del proyecto**

Procedimiento que da fin formal al CSQA realizado a solicitud de la gerencia, porque se da respuesta a la misma, de cómo está la Calidad del Software hasta el momento en que fue realizado el CSQA, en el proyecto productivo que fue objeto de evaluación. El Líder del Equipo SQA entrega el informe final del CSQA, el Plan de Mejoras, el Plan de chequeo de Mejoras (si se acordó que el equipo siguiese atendiendo al proyecto), y se discute la valoración final del proceso revisado.

#### **2.1.5 FLUJO DE TRABAJO: SEGUIMIENTO**

Este flujo de trabajo (Figura 7) es más pasivo que los anteriores, pero no deja de tener importancia por ello. Este se define como el período que transcurre entre cada CSQA y el próximo. Aquí se mantiene un monitoreo sobre los procesos de desarrollo del software del proyecto productivo y se generan mejoras para la aplicación de un mejor CSQA.



**Figura 7. Diagrama del Flujo de Trabajo Seguimiento**

El Seguimiento puede no efectuarse si se decidiese que el Equipo de SQA terminase el trabajo en el flujo de trabajo anterior y con ello se realiza el registro del trabajo realizado en los archivos del Grupo de Calidad para dejar constancia del mismo y se procede a la disolución del Equipo SQA.

### 2.1.5.1 Ejecución de Mejoras

Las mejoras a las que se refiere esta actividad, son las mejoras que deben implementarse en el Plan CSQA para su próxima iteración. En esta actividad participan todos los miembros del Equipo SQA porque son los que mejor pueden decir qué consideran para mejorar su trabajo.

También pueden ocurrir que las mejoras, a las que se hace referencia en este momento, sean las que otro Equipo SQA haya propuesto al equipo que realizó el CSQA, después de aplicarle un CSQA a éste, ya que el Equipo SQA no está exento de evaluación siguiendo el proceso propuesto y se le puede evaluar al equipo la forma en que éste, realizó el CSQA a un proyecto productivo.

### 2.1.5.2 Documentación de Mejoras

Todas las mejoras que sean incorporadas al proceso de CSQA y a su plan de ejecución, producto a anteriores ejecuciones, deben ser documentadas y anexadas a la documentación del Equipo SQA. Todas estas mejoras deberán ser aprobadas, aceptadas y ejecutadas por todos los miembros del equipo.

De la actividad de **Documentación de Mejoras**, debe salir un nuevo **Plan CSQA mejorado** teniendo en cuenta las mejoras propuestas a ser añadidas a las actividades del proceso y el **Informe Resumen Final** de todo el proceso. Hay que diferenciar que este informe no es el que se le entrega a la gerencia, ni el que se le entrega al equipo del proyecto. Más bien es una descripción de cómo fue el desarrollo del proceso en el proyecto productivo, los artefactos que se generaron para ejecutar el proceso y los que fueron elaborados durante este. Además de describir con aspectos generales, cuales fueron las principales fortalezas y debilidades que se identificaron en el desarrollo productivo del proyecto y en la ejecución del proceso de CSQA.

### 2.1.5.3 Retroalimentación

La retroalimentación, así como cada etapa realizada, debe generar documentación, tanto como del diseño de los procesos de la etapa, como de los resultados obtenidos en cada ciclo (y que servirá de entrada a la etapa siguiente). Esto permite realizar el mejoramiento de los procesos débiles, lo que definitivamente desembocará en un aseguramiento de la calidad en los procesos ejecutados por la organización y del proceso de revisión en sí. El control de la calidad es efectivo cuando es posible realizar las rectificaciones pertinentes al desarrollo en cuanto se detecta en el proceso de SQA, que este empieza a desviarse de sus objetivos. Estas rectificaciones son posibles gracias a la retroalimentación de las etapas superiores, creando un aprendizaje al observar las salidas de cada etapa, hasta el producto final, y mejorar los procesos

que dan origen al sistema. Por otra parte la documentación generada puede servir a modo de entrenamiento de integrantes recientemente incorporados a los equipos de desarrollo, los cuales no estarán familiarizados con los conceptos de calidad manejados por dichos equipos. Esto último es muy importante para crear una **cultura de calidad** en el desarrollo de proyectos de software en la UCI. En toda organización es necesario implantar una **cultura de calidad**, para motivar a las personas que son responsables del desarrollo, a realizar todas sus actividades dentro del proyecto productivo, en función de garantizar la mayor calidad en los procesos de desarrollo, para lograr un producto superior en cuanto a la calidad del mismo.

## **2.2 CAPACITACIÓN DEL PERSONAL**

### **2.2.1 Curso de Gestión de la Calidad**

Con el crecimiento de la actividad productiva en la UCI, hay un incremento de la necesidad de personal calificado en los temas de Calidad y Gestión de software, procesos para el control de calidad y dar seguimiento a procesos de desarrollo de software.

En la UCI existe el Perfil Docente-Productivo **Calidad del Software**, y los estudiantes que pertenecen a este perfil, se dedican a desarrollar habilidades para poder garantizar el Aseguramiento de la Calidad del Software en los proyectos productivos de la universidad, a la vez que reciben temas de calidad del software como complemento a sus actividades docentes y productivas.

Por eso y cumpliendo con el objetivo específico “Diseñar un curso de Gestión de la Calidad para los estudiantes del segundo Perfil de Calidad del Software”, a continuación se presenta la propuesta de la asignatura **Gestión de la Calidad**, que se apoya en el Proceso de Control del SQA, aplicable al proceso productivo UCI descrito anteriormente, para garantizar que sea cumplido el objetivo general de este trabajo, ya que la propuesta tiene como propósito garantizar la capacitación del personal que realizará dicho proceso. El Plan Calendario del curso se puede ver en el Anexo 3.



**UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMATICAS**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y GESTIÓN DE SOFTWARE**  
**DIRECCIÓN DE CALIDAD DE SOFTWARE**  
**PROGRAMA ANALITICO CURSOS OPTATIVOS**

Datos Generales			
<b>Curso Optativo:</b>	Gestión de la Calidad		
<b>Perfil:</b>	Segundo Perfil de Calidad del software		
<b>Año:</b>	2 <sup>do</sup> Año	<b>Semestre:</b>	2 <sup>do</sup>
<b>Duración Total:</b>	22 Horas		

**Distribución de Horas**

Tema	C	CP	CTP	S	T	L	OTRA	Evaluación	Total
Tema 1	2				4				<b>6</b>
Tema 2			4		8			4	<b>16</b>
<b>Totales</b>	<b>2</b>		<b>4</b>		<b>12</b>			<b>4</b>	<b>22</b>

**Objetivos Generales**

Los estudiantes deben ser capaces de:

Desempeñar los diversos roles dentro del equipo SQA aplicando técnicas modernas y efectivas en la realización de sus funciones: Administrar elementos y funciones del Aseguramiento de la Calidad del Software; valorar el estado de un proceso a través de evaluaciones.

## Sistemas de Valores

La discreción, la sensibilidad hacia la necesidad del trabajo con calidad, sentido de pertenencia a la UCI, identificación con el trabajo colectivo y a la subordinación, sentido de responsabilidad por los resultados, habilidad para adaptarse al cambio.

## Descripción de los Temas

**Tema 1:** Introducción a la Calidad del Software.

### Objetivos:

- Caracterizar los modelos, normas y estándares de calidad, principalmente CMMI y su proceso evaluador SCAMPI.
- Aplicar las plantillas que se usan para controlar y asegurar la calidad en un proyecto productivo.

### Sistema de conocimientos:

Principales conceptos. Modelos de mejora de procesos. CMMI y SCAMPI. Definición del rol de SQA. Procesos SQA-relacionados. Implantación de funciones SQA

**Tema 2:** Proceso SQA y proceso de Control al SQA.

### Objetivos:

- Desempeñar cualquier rol dentro del equipo SQA, principalmente documentar todo el proceso de SQA.
- Desarrollar estrategias de administración de calidad.
- Realizar todas las funciones y las actividades de SQA.
- Evaluar los procesos SQA, aplicando técnicas modernas y efectivas.
- Administrar elementos y funciones del aseguramiento de la calidad del software.

- Valorar el estado de un proceso a través de evaluaciones.

### **Sistema de conocimientos:**

Reconocimiento del rol de la Gerencia. SQA vs. CSQA. Definición de roles y responsabilidades en el Equipo de Control SQA. Definición del Proceso de Control SQA. Actividades efectivas de control que involucra. Evaluación del estado del proyecto con el *CSQA*. *Administración y aplicación del Proceso de CSQA*. Estructura del sistema de calidad. Manuales y Planes de SQA. Procedimientos estándares, formularios, metas, métricas y reportes. Especificación de componentes y objetivos. Índice de calidad. Ganando visibilidad con los informes de calidad en el proyecto. Certificación y validación del sistema de calidad

### **Sistema de habilidades:**

- Caracterizar adecuadamente los conceptos referentes a la Gestión de la Calidad.
- Caracterizar adecuadamente el proceso CSQA aplicable al proceso productivo UCI.
- Elaborar un Plan SQA.
- Evaluar la ejecución del plan SQA dentro de un proyecto productivo
- Estimar los parámetros de un Control de la Calidad de un Proceso.
- Utilizar los estándares, normas, plantillas, formularios, metas y reportes de calidad.

### **Indicaciones de organización de la asignatura**

- Los estudiantes deben tener conocimientos sobre el proceso de desarrollo de software y de las funciones esenciales de calidad de software.
- Debe establecerse el vínculo entre los temas impartidos y las habilidades de los estudiantes, desarrolladas en el Grupo de Calidad de la facultad, o sea, en la producción.
- Se utilizarán métodos productivos, se realizarán ejercicios y evaluación de alternativas que propicien el debate y el desarrollo de habilidades para la solución de problemas y se

estimularán la sensibilidad de los estudiantes para utilizar criterios de calidad dentro del Grupo de Calidad.

- Se utilizará el Entorno Virtual de Aprendizaje UCI (EVA) para que permita el auto-aprendizaje de los estudiantes. Todas las orientaciones de la asignatura, estarán publicadas en el EVA.

### Sistema de Evaluación de la asignatura

El Sistema de Evaluación está basado en evaluaciones sistemáticas, tanto orales como escritas en los talleres y en las clases teórica práctica, y un trabajo final.

Antes de comenzar cada actividad los estudiantes deben auto evaluarse utilizando los recursos que se exponen en el EVA.

La asignatura tendrá para su evaluación final la elaboración y ejecución de un Plan SQA o la realización de algún rol dentro del Grupo de SQA.

Se debe vincular las acciones que están realizando en la producción con el contenido del curso, así como la aplicación de las funciones de SQA en la producción, logrando una interrelación de sistema con la producción.

### Bibliografía

#### Texto Básico:

1. Tesis “Propuesta de Control del Aseguramiento de la Calidad del Software en el proceso productivo UCI”, *Ismael Herrera Valeris*, 2007.
2. “Ingeniería de Software: Un enfoque práctico”. Roger Pressman. Mc Graw-Hill/interamericana de España. 2002.
3. UNIVERSITY, C. M. Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement (SCAMPI<sup>SM</sup>), Version 1.2: Method Definition Document. Pittsburgh, SEI Carnegie Mellon October 2006.

4. MELLON, S. C. *CMMI® for Development, Version 1.2*. Pittsburgh, Carnegie Mellon University, Agosto 2006. p. *CMMI-DEV, V1.2*. ESC-TR-2006-008.

**Documentos Consulta:**

5. “El Lenguaje Unificado de Modelado. Manuel de Referencia”. James Rumbaugh, Iver Jacobson y Grady Booch. Addison-Wesley. 2000.
6. “UML y Patrones. Introducción al análisis y diseño orientado a objetos”. Craig Larman. 1999.
7. “El Proceso Unificado de Desarrollo de Software”. Iver Jacobson, Grady Booch y James Rumbaugh. Addison-Wesley. 2000.
8. Ayuda Extendida del RUP.

## **CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA**

Para la validación y aceptación del proceso que se presenta en el Capítulo 2, se utilizó Criterio de un Panel de Expertos y el empleo de técnicas que propone el **Método Delphi**. Este panel se conformó con especialistas en los temas de Calidad y Gestión de Software de la UCI y de la empresa **Softel**.

El Método Delphi, considerado como una de las técnicas subjetivas de pronóstico más confiables, constituye un procedimiento para confeccionar un cuadro de la evolución de situaciones complejas, a través de la elaboración estadística de las opiniones de expertos en el tema tratado. El mismo permite rebasar el marco de las condicionantes actuales más señaladas de un fenómeno y alcanzar una imagen integral y más amplia de su posible evolución, reflejando las valoraciones individuales de los expertos, fundamentadas, tanto en un análisis estrictamente lógico como en su experiencia intuitiva.

Conocido también como Delfos, nombre cuyo origen proviene del oráculo de la antigua Grecia, el Método Delphi fue creado alrededor de los años 1963-1964 por la *Rand Corporation*, específicamente por *Olaf Helmer* y *Dalkey Gordon*, con el objetivo de elaborar pronósticos a largo plazo, referentes a posibles acontecimientos en varias ramas de la ciencia, la técnica y la política. Así pues el Método Delphi es la utilización sistemática del juicio intuitivo de un grupo de expertos para obtener un consenso de opiniones informadas.

En el presente capítulo se hará la descripción de las técnicas que fueron utilizadas del método y los resultados obtenidos.

### **3.1 Proceso de selección de los expertos**

Se entiende por experto, tanto al individuo en sí, como a un grupo de personas u organizaciones capaces de ofrecer valoraciones conclusivas de un problema en cuestión y hacer recomendaciones respecto a sus momentos fundamentales con un máximo de competencia.

En el procedimiento para la selección de los expertos se consideraron las siguientes etapas:

### **3.1.1 Determinación de la cantidad expertos**

Para la determinación de la cantidad de expertos, se tomaron en cuenta las áreas de conocimiento que están asociadas a la solución del problema propuesto y que tributan en la conformación del proceso propuesto de manera directa o indirecta, ya que aportan elementos y conceptos claves para su elaboración. Las áreas que fueron definidas y que tienen relación con el proceso a evaluar son:

- RUP (*Rational Unified Process*)
- PSP (*Personal Software Process*)
- TSP (*Team Software Process*)
- Calidad y Gestión del Software
- Modelo de mejora de procesos CMMI
- Método de evaluación de procesos SCAMPI
- Normas y estándares internacionales de calidad
- Proceso de Aseguramiento de la Calidad del Software

### **3.1.2 Confección del listado de expertos**

La confección del listado de expertos se realizó haciendo un análisis de su posibilidad real de participar, ya que todos los candidatos son miembros de la UCI o de la empresa **Softel** que reside en el *campus* de la universidad, y tienen 4.5 años de experiencia como promedio en el proceso productivo de la universidad. Esta relación se establece directa o indirectamente, si se considera la vinculación activa que han tenido estas personas en los proyectos productivos y la docencia en la UCI; además de su participación en eventos científicos internacionales y nacionales, así como su cooperación en las actividades investigativas dentro de la Universidad.

Todos los posibles candidatos tenían conocimiento general de todos los temas abordados en las áreas de conocimiento que abarca el proceso propuesto. En total se seleccionaron 7 expertos, de los cuales 5 tiene el certificado del curso “**Introducción al CMMI**”, que imparte el SEI, y todos están vinculados directamente a la docencia, la mayoría a la asignatura Ingeniería de Software. (Ver anexo 2)

### **3.1.3 Obtención del consentimiento del experto para su participación**

Una vez que el listado estuvo listo, se invitó a cada uno de los escogidos de forma personal para que participara en el peritaje. Se le explicó el objetivo de la realización de la encuesta, el plazo y orden de ejecución, así como el volumen total del trabajo. Una vez que fue recibida la respuesta positiva, se estableció el listado final de expertos, después de lo cual se le informó a cada especialista sobre su inclusión en el peritaje y las instrucciones necesarias para contestar las preguntas. Con esto terminó el trabajo de selección, lográndose la participación de los posibles 7 expertos escogidos.

## **3.2 Elaboración del cuestionario**

Para la elaboración del cuestionario se tuvieron en cuenta los principios básicos que debería cumplir la propuesta presentada para su implementación en el proceso productivo de la UCI; además de los elementos que existen dentro de la organización en la actualidad y que podrían imposibilitar su ejecución. La encuesta fue conformada con preguntas abiertas de enfoque investigativo, sobre la validez de la solución propuesta al problema planteado y la evaluación del proceso, cerrando el entorno de las respuestas a los puntos básicos del problema tratado durante el desarrollo del trabajo. Se prefirieron estas preguntas, porque tienen la ventaja de proporcionar una mayor riqueza en las respuestas que son brindadas por los especialistas. También se les dio la posibilidad de presentar su opinión general del objeto de evolución, para que tuvieran la libertad de expresar todo lo que se pudo obviar en la encuesta. (Ver Anexo 1)

En todos los casos los expertos recibieron la documentación del proceso propuesto y se les requirió cumplir con un lapso de tiempo determinado para dar las respuestas o hacer las preguntas pertinentes que les hubiesen surgido al estudiar el documento presentado.

### **3.3 Resultados de la Evaluación**

Después de procesada la encuesta se pudo determinar que todos los expertos estuvieron de acuerdo en que era importante asegurar la calidad del software en la UCI, a través del aseguramiento de la calidad de su proceso de producción.

Las referencias del por qué de esa respuesta, prevalecieron en que de esa manera se podía obtener en la UCI un software con mayor calidad, mejor elaborado y con la documentación debidamente realizada, como lo sugieren las buenas prácticas de la Ingeniería de Software. También hicieron hincapié en que este proceso de aseguramiento de la calidad en el proceso de desarrollo es importante para lograr en el personal dedicado a la producción, una verdadera cohesión e identificación con la UCI, como entidad productiva.

Lo anterior puede lograr un impulso en el desarrollo de los equipos de trabajo de una cultura de calidad sostenida, participación total y mejora continua; ya que las actividades de aseguramiento de la calidad implican la participación activa, apoyo y compromiso de prácticamente todos los que laboran en la organización; porque que es interés de todos conocer si las prácticas diarias de trabajo, que se ejecutan en la producción del software, se realizan de forma correcta y qué aspectos se deben cuidar para mejorar la calidad del proceso productivo. Todo ello, cumpliendo con los objetivos, estándares, normas y procedimientos de calidad definidos para el desarrollo del producto.

En el cuestionario se indagó sobre cuáles eran los principios por los que según los expertos se podía evaluar el proceso de Control al Aseguramiento de la Calidad del Software que se propone en este trabajo.

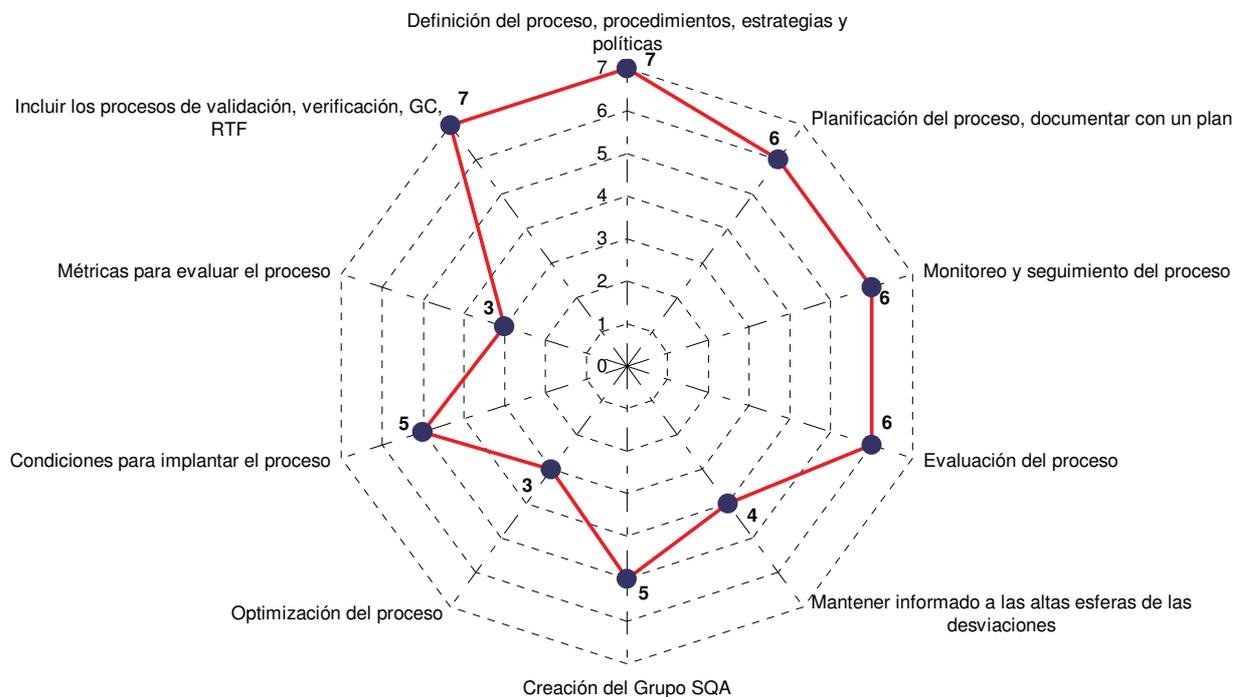
En las respuestas hubo variabilidad, pero se pudieron definir, de todos los propuestos, los

diez principios que más prevalecieron y que son mostrados en la Tabla 1. En ella se pueden apreciar las coincidencias que tuvieron los expertos en sus criterios, marcados con el número 1. Si ellos no involucraron cierto principio en sus respuestas; o el que citaron no tenía ninguna otra coincidencia, entonces se puso en 0 la casilla correspondiente.

En la Figura 8, se muestra la totalización de las coincidencias que tuvieron los expertos y a la vez se puede definir el nivel de importancia que estos principios tienen en la evaluación del proceso, según el gráfico.

**Tabla 1 Principios para evaluar el proceso CSQA**

<b>Principios propuestos para evaluar el Proceso CSQA</b>	<b>Exp 1</b>	<b>Exp 2</b>	<b>Exp 3</b>	<b>Exp 4</b>	<b>Exp 5</b>	<b>Exp 6</b>	<b>Exp 7</b>	<b>Total</b>
Definición del proceso, procedimientos, estrategias y políticas	1	1	1	1	1	1	1	7
Planificación del proceso, documentar con un plan	1	1	0	1	1	1	1	6
Monitoreo y seguimiento del proceso	1	1	0	1	1	1	1	6
Evaluación del proceso	1	1	0	1	1	1	1	6
Mantener informado a las altas esferas de las desviaciones	0	1	0	1	1	1	0	4
Creación del Grupo SQA	0	0	1	1	1	1	1	5
Optimización del proceso	0	0	0	1	0	1	1	3
Condiciones para implantar el proceso	1	1	0	1	0	1	1	5
Métricas para evaluar el proceso	0	1	0	0	1	1	0	3
Incluir los procesos de validación, verificación, GC, RTF	1	1	1	1	1	1	1	7



**Figura 8. Distribución radial de la importancia dada a los principios expuestos por los expertos.**

Como se puede apreciar, los expertos consideraron que el proceso por ellos evaluado es capaz de realizar una evaluación objetiva al proceso SQA que se ejecuta en el proceso productivo de la UCI, ya que propone su realización a través del monitoreo y control de las actividades de aseguramiento de la calidad, respaldados por una correcta planificación de todo el proceso CSQA, donde se definen claramente las tareas a ejecutar. El proceso, según el criterio de todos los expertos, define y maneja muy bien, los conceptos de calidad y gestión del software acorde a las necesidades del cliente, según los objetivos del proceso de desarrollo y su SQA.

En sus comentarios los expertos identificaron como muy positiva la definición de procesos, procedimientos, estándares y políticas que son exigidas y establecidas en el proceso CSQA. Ellos consideran que de esa manera se garantiza la participación y dominio, por parte de todos los involucrados, en el proceso de desarrollo; así como que también se exige la creación de los grupos SQA dentro de los proyectos productivos, a la vez que se les da el protagonismo que este grupo lleva dentro de las actividades relacionadas con la calidad y gestión de software. Con la activación de estos grupos SQA, y la realización del proceso de CSQA, se podrían descubrir

elementos que afectan al SQA y mantener informados a los interesados de las desviaciones que existen durante los procesos de desarrollo, esto sugiere que se ejecuten las actividades de aseguramiento de la calidad del software tal como fueron planificadas y definidas. Con los procesos SQA definidos, se logra una definición óptima de las estrategias para alcanzar la calidad deseada en el producto final.

El panel de expertos le dio importancia además a la exigencia que realiza el proceso en la ejecución de actividades de Validación y Verificación, así como a la gestión de la configuración de este proceso y a la posibilidad que brinda el proceso de medir y analizar el proceso SQA que se realiza durante la producción.

Al responder a la pregunta que indagaba sobre la efectividad de la aplicación del proceso de CSQA que se propone, en el proceso productivo de la UCI, todos los expertos estuvieron de acuerdo en que sería positiva, porque el proceso brinda una guía para controlar a los equipos de SQA en el trabajo que ellos realizan, de forma tal que evalúa la efectividad del proceso y propone mejoras al mismo, de manera iterativa e incremental, desde una posición completamente alejada del equipo de proyecto; lo que brinda la posibilidad de ser objetivo en el análisis. El proceso, además comentaron, admite, propone y exige el uso de las buenas prácticas de la Ingeniería de Software y Administración de Proyectos a lo largo del proceso de desarrollo, por parte de todos los miembros de proyecto productivo; así como representa una mejora en la comunicación entre los equipos SQA, los desarrolladores y la organización; estableciendo un compromiso con la calidad del software entre todas las partes. Esto último repercute directamente en el fortalecimiento del capital intelectual de la UCI y crea una retroalimentación necesaria y obligatoria que permite el desarrollo de una cultura de calidad.

Otro elemento que destacaron fue la manera en que se puede con el proceso, definir las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que presenta el desarrollo del software, a la vez que se plantean mejoras y prácticas alternativas, reportan formalmente los resultados obtenidos a todos los niveles involucrados, después de procesados los instrumentos de recolección de datos que son propuestos al grupo de CSQA. Con la aplicación del proceso el

panel aseveró que se podrían reducir los costos en la producción del software.

La no organización y definición de los procesos, procedimientos, estándares, normas, etc., para definir la calidad que se desea y cómo obtenerla, son los elementos que más repercuten en contra de la correcta aplicación del proceso CSQA dentro del proceso productivo UCI, según la opinión de los expertos; así como la falta aún del total compromiso por parte de la alta gerencia de la organización con el SQA en la implementación de un sistema de aseguramiento de la calidad visible y activo. Su opinión fue generalizada en cuanto a que todavía los líderes y miembros de los proyectos productivos no cuentan con una conciencia sobre la calidad en el proceso de producción y dejan todo lo vinculado a la calidad del producto, sobre los resultados que podrían arrojar las pruebas en el producto final. También opinaron que falta en los integrantes de grupos de calidad de las facultades, una mayor capacitación en los temas de Calidad y Gestión del Software. Ellos, aunque tuvieron en cuenta que el proceso propuesto, incluye un curso de capacitación que tributa al **Perfil docente-productivo de Calidad del Software**, respondieron que se hacía necesaria la puesta en práctica de este, y de la activación formal de dicho perfil.

A favor del proceso, el panel determinó “como primer elemento” que la UCI necesita con obligatoriedad, la incorporación de las actividades de SQA en su proceso productivo, ya que aumentan las exigencias de calidad en el mercado internacional y la realización de pruebas al software van siendo solo una parte de un proceso y no un proceso individual en sí. Otra ventaja que fue destacada, es que por haber tenido alguna influencia de métodos de evaluación de procesos como el SCAMPI, el proceso CSQA tiene la flexibilidad necesaria para ser aplicado a proyectos productivos de distintos niveles de importancia, magnitud, y cantidad de personal; además de que se puede ejecutar, tal y como se definió, con estudiantes y profesores de la UCI, sin la necesidad de recurrir a terceros para que ejecuten el control de la calidad en los procesos productivos de la universidad.

En resumen se pudo llegar al consenso de que el proceso CSQA va creando una antesala a la utilización de métodos de evaluación de procesos internacionales como el SCAMPI, a la vez va

preparando a los grupos de calidad para que asuman el reto de certificar los procesos de la producción en la UCI.

## CONCLUSIONES

Después de elaborada, consultada y evaluada la propuesta del Proceso de Evaluación del Aseguramiento de la Calidad del Software del proceso productivo de la UCI que se presentó en este trabajo, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- El Aseguramiento de la Calidad del Software en la UCI es una necesidad de primer orden y puede ser alcanzada a través de la aplicación de procesos de evaluación y mejora de procesos como el propuesto en este trabajo.
- Con el proceso CSQA, se puede realizar una evaluación objetiva al proceso productivo de la UCI, ya que garantiza el control objetivo sobre la adherencia de los procesos implantados y de los productos asociados con las descripciones de proceso, estándares y procedimientos aplicables y establecidos. Además con este, se puede asegurar que los incumplimientos y no conformidades, son supervisados y comunicados, ya que proporciona los resultados obtenidos y se proponen las acciones correctivas pertinentes, logrando proporcionar una visibilidad objetiva de cómo se encuentra la calidad del proceso evaluado, a los equipos de desarrollo y a la dirección.
- El proceso CSQA permitirá reducir los costos asociados a la producción del software porque permite prever desviaciones en el proceso de producción del software que no fueron detectados por el Grupo SQA del proyecto.
- El curso que se propone de Gestión de la Calidad para la capacitación del personal, asociado al proceso, que ejecutará el proceso de CSQA, cumple con los objetivos trazados en el Perfil Calidad del Software.
- Con la aplicación del proceso se logran dar los primeros pasos para la certificación de los procesos productivos de la UCI.

## RECOMENDACIONES

Para el buen desempeño y obtención de los resultados esperados con el Proceso CSQA se recomienda:

- Desarrollar en los proyectos productivos de la UCI, las actividades de SQA de manera consciente y siguiendo los procesos establecidos y definidos en el Plan de SQA del proyecto.
- Darle más protagonismo a los grupos de calidad de las distintas áreas de desarrollo con el fin de que se sientan identificados y comprometidos con la calidad del proceso productivo de la UCI.
- No ejecutar el Proceso CSQA si no se está claro de su objetivo y alcance; así como tampoco si el personal que lo ejecutará no está capacitado para realizarlo.
- Comprometer más a la UCI como organización productora de software, con la calidad del proceso productivo que desarrolla.
- Comenzar a desarrollar y aplicar el Perfil Docente-Productivo Calidad del Software.
- Seguir desarrollando el tema de las Auditorías y de las RTF en el proceso de desarrollo del software, para profundizar más en el tema de la calidad de los procesos productivos en la UCI; así como CMMI y el estudio del SCAMPI.
- Automatizar el Proceso de CSQA.

## BIBLIOGRAFÍA

- ASESORES, E. T. *Modelo EFQM de Excelencia*, 1999. [2007]. Disponible en:  
<http://www.tqm.es/TQM/ModEur/ModeloEuropeo.htm>
- ASSOCIATION, I. S. IEEE Standards 2007.
- BERSOFF, H. and S. BERSOFF. *Software configuration management/MEE*, Wikipedia.org, 1997.  
[2007]. Disponible en:  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Software\\_configuration\\_management/MEE](http://en.wikipedia.org/wiki/Software_configuration_management/MEE)
- BOVEA, C. D. L. C. *Importancia de asimilar el concepto de calidad y beneficios de implementar un sistema de gestión de la calidad en la Empresa*.
- COMMUNICATIONS, I. *Falta calidad de software en la enseñanza universitaria. La complejidad frena su implicación en los alumnos.: Computerworld* 2006. 28.
- ECONOMÍA, S. D. and C. R. D. C. EMPRESARIAL. *¡Inicie y mejore su Negocio!*, GUÍAS EMPRESARIALES, 2007. [2007]. Disponible en:  
<http://www.contactopyme.gob.mx/cpyme/guiasempresariales/guias.asp?s=9&g=7>
- ERRA, C. *Frederick W. Taylor*, 2006]. Disponible en:  
<http://www.monografias.com/trabajos7/freta/freta.shtml>
- GESTIOPOLIS.COM. *CALIDAD TOTAL*, 2005. [2007]. Disponible en:  
<http://www.gestiopolis.com/recursos2/documentos/fulldocs/ger/caltotalmemo.htm>
- GONZALEZ, C. *Conceptos generales de calidad total*, Monografias.com, 2003. [2007].  
Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos11/conge/conge.shtml>
- GRACIA, J. *CMM - CMMI Nivel 2*, 2003. [2007]. Disponible en:  
<http://www.ingenierosoftware.com/calidad/cmm-cmmi-nivel-2.php>
- INTERNATIONAL, L. T. *Software Quality Assurance: Delivering Consistent Quality*, 2007. [2007].  
Disponible en: <http://www.learningtree.com/>
- JURAN, J. M. *Jurán y el liderazgo para la calidad. Un manual para directivos*. México, Edición Díaz de Santos, S.A., 1990. 363 p.
- LÓPEZ, C. and W. LTDA. *CALIDAD CON PARTICIPACIÓN - LOS CÍRCULOS DE CALIDAD*,

- 2000-2006. [2006]. Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/no%203/qc.htm>
- . *LOS CATORCE PUNTOS DE DEMING*, 2000-2006. [2006]. Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/13/deming.htm>
- LÓPEZ, E. *Objetivos Organizacionales*, Monografías.com, 1997. [2007]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos15/objetivos-organizacionales/objetivos-organizacionales.shtml>
- LOVELLE, J. M. C. *Calidad del Software*, Grupo GIDIS, Universidad Nacional de la Pampa, 1999. p.
- MELLON, S. C. *CMMI® for Development, Version 1.2*. Pittsburgh, Carnegie Mellon University, Agosto 2006. p. *CMMI-DEV, V1.2*. ESC-TR-2006-008.
- MONTALVO, G. and V. ALBERTO. *Implementación de los círculos de calidad en el Instituto Superior Tecnológico-ITEC*. INGENIERÍA INDUSTRIAL. Lima, UNMSM, 2002. 109. p.
- PAZ, A. C. and B. M. N. MORALEDA. *El modelo de McCall como aplicación de la calidad a la revisión del software de gestión empresarial*.
- PRESSMAN, R. S. *Ingeniería de software. Un enfoque práctico*. Cuarta Edición. Madrid, McGraw-Hill Interamericana de España S.A., 1998. p.
- . *Ingeniería del Software: un enfoque práctico. Parte I y II*. 5ta Edición. Ciudad de la Habana, Editorial Félix Varela, 2005. 610 p.
- RAE. *Calidad*, 2006. [2006]. Disponible en: <http://www.rae.es/>
- RINCONDELVAGO.COM. *CALIDAD: UNA REVOLUCION CONTINUA.*, 2006]. Disponible en: <http://html.rincondelvago.com/administracion-de-la-calidad.html>
- . *Proyecto productivo*, France Telecom España, S.A., 2004. [2007]. Disponible en: <http://html.rincondelvago.com/proyecto-productivo.html>
- RODRÍGUEZ, M. S. A. M. *Estrategias de calidad para PYMES de desarrollo de software*.
- SEDNA, P. *LA REVOLUCION INDUSTRIAL*, 2006]. Disponible en: [http://www.portalplanetasedna.com.ar/revolucion\\_industrial.htm](http://www.portalplanetasedna.com.ar/revolucion_industrial.htm)

- TECNOLOGÍA., O. D. C. Y. *Manual de Gestión de la Calidad Total a la Medida*, Organización de los Estados Americanos, 2003. [2007]. Disponible en: [http://www.science.oas.org/OEA\\_GTZ/LIBROS/CTM/ctm.htm](http://www.science.oas.org/OEA_GTZ/LIBROS/CTM/ctm.htm)
- UNIVERSITY, C. M. Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement (SCAMPI<sup>SM</sup>), Version 1.1: Method Definition Document. Pittsburgh, SEI Carnegie Mellon December 2001.
- VIDAS, B. Y. *Frederick Winslow Taylor*, 2004. [2006]. Disponible en: [http://www.biografiasyvidas.com/biografia/t/taylor\\_frederick.htm](http://www.biografiasyvidas.com/biografia/t/taylor_frederick.htm)
- WIKILEARNING.COM. *La Calidad en la historia reciente*, 2006. [2006]. Disponible en: [http://www.wikilearning.com/la\\_calidad\\_en\\_la\\_historia\\_reciente-wkccp-12106-1.htm](http://www.wikilearning.com/la_calidad_en_la_historia_reciente-wkccp-12106-1.htm)
- WIKIMEDIA FOUNDATION, I. *Calidad*, 2006. [2006]. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Calidad>
- . *Henry Ford*, 2006. [2006]. Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Henry\\_Ford](http://es.wikipedia.org/wiki/Henry_Ford)
- . *Software*, 2006. [2006]. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Software>
- WORDPRESS. *CMMi y software libre*, 2006. [2007]. Disponible en: [http://people.warp.es/~xtor/blog/?page\\_id=127](http://people.warp.es/~xtor/blog/?page_id=127)
- YABUTA, J. K. *ADMINISTRACIÓN DE LA CALIDAD DEL SOFTWARE*, DEUS S.A. de C.V. Fundación Arturo Rosenblueth, 2004. [2007]. Disponible en: <http://www.rosenblueth.mx/InterFAR/Vol1Num3/doc/Vol1Num3-49.htm>

## ANEXOS

### Anexo 1 Cuestionario presentado al Panel de Expertos

1- ¿Considera usted que es importante asegurar la calidad del software a través del aseguramiento de la calidad de su proceso de producción?

SI\_\_ NO\_\_ ¿Por qué?\_\_\_\_\_

---

---

---

---

2- ¿Cuáles considera usted, son los 10 principios para evaluar un proceso de Aseguramiento de la Calidad del Software?

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_
6. \_\_\_\_\_
7. \_\_\_\_\_
8. \_\_\_\_\_
9. \_\_\_\_\_
10. \_\_\_\_\_

3- ¿Considera usted que la aplicación en la UCI del proceso propuesto, pueda tener efectividad en el Aseguramiento de la Calidad del Software y cumpliría con su objetivo?

SI\_\_ NO\_\_ ¿Por qué?\_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

4- ¿Cuáles serían los elementos que se opondrían a la correcta aplicación del proceso propuesto en la UCI y cuales estarían a favor?

---

---

---

---

---

5- Haga un comentario o aporte sobre el proceso que es por usted objeto de evaluación. (El comentario es libre y debe reflejar algún elemento de interés que aporte elementos a la mejora del proceso)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Anexo 2 Caracterización de los Expertos

Tabla 2 Caracterización de los Expertos

Experto	Grado de	Años vinculados a la UCI	Curso CMMI	Eventos Científicos	Experiencia Calidad
<b>Experto 1</b>	Ing. en Sistemas Automatizados de Procesos (1995)	4	SI	Convenciones de Informática	-Desde el 2004 está trabajando en la Mejora de Procesos de la Empresa Softel y en la definición del Proceso de Desarrollo; y es profesora adjunta a la UCI de Ingeniería de Software.
<b>Experto 2</b>	Lic. Cibernética (1988)	4	NO	Convenciones de Informática	Participó en proyectos, de gestión hotelera y ministerial (SIME, MINTUR). Fue Directora de Tecnología y Calidad en Softel 2000-2003 y Especialista de Calidad 2003-2007 en la dirección de desarrollo de dicha empresa.
<b>Experto 3</b>	Ing. Informática (2006)	2	SI	Convenciones de Informática	Especialista de la Dirección de Calidad del Software de la UCI
<b>Experto 4</b>	Ing. Informática (2005)	2	SI	Convenciones de Informática	Líder del Proyecto Calidad de Software Facultad 1
<b>Experto 5</b>	Lic. en Cibernética, 1998. Maestría en Informática aplicada Doctor en Ciencias técnicas.	3	SI	Convenciones de Informática, SEPLA	Directora de Calidad de Software de la UCI
<b>Experto 6</b>	Ingeniería de Sistemas Automatizados (1992) Maestría de Informática Aplicada, 1995	5	SI	Convenciones de Informática, SEPLA	Jefa de Departamento de Ingeniería y Gestión de Software.
<b>Experto 7</b>	Ing. Informática(2003)	3	SI	Convenciones de Informática, Curso de Superación (India)	Asesor de Gestión de software

### Anexo 3 Plan Calendario de la Asignatura Gestión de la Calidad

Tabla 3 Plan Calendario (P1) de la Asignatura Gestión de la Calidad

Tema	Nº Act.	Tipo Act.	Núcleos de conocimientos por temas
I	1. Introducción a la Calidad del software	C	Principales conceptos. Modelos de mejora de procesos. CMMI y SCAMPI. Definición del rol de SQA. Procesos SQA-relacionados. Implantación de funciones SQA.
	2. Implantación de funciones SQA	T	CMMI y SCAMPI. Funciones de SQA
II	3. Proceso de Control al SQA	CTP	Reconocimiento del rol de la Gerencia. SQA vs. CSQA. Definición de roles y responsabilidades en el Equipo de Control SQA. Definición del Proceso de Control SQA. Actividades efectivas de control que involucra. Evaluación del estado del proyecto con el CSQA. Administración y aplicación del Proceso de CSQA.
	4. Aplicación de un proceso de control al SQA	T	Actividades efectivas de control que involucra. Evaluación del estado del proyecto con el CSQA. Administración y aplicación del Proceso de CSQA.
	5. Despliegue de un sistema de calidad.	CTP	Estructura del sistema de calidad. Manuales y Planes de SQA. Procedimientos estándares, formularios, metas, métricas y reportes. Especificación de componentes y objetivos. Índice de calidad. Ganando visibilidad con los

			informes de calidad en el proyecto. Certificación y validación del sistema de calidad
	6. Desarrollo de un estudio de caso	T	
	Evaluación Final	T	

## GLOSARIO

1. **Círculo de calidad:** grupo pequeño de empleados que realizan tareas similares y que voluntariamente se reúnen con regularidad, en horas de trabajo, para identificar las causas de los problemas de sus trabajos y proponer soluciones a la gerencia
2. **Los 14 puntos de Deming:** Constancia, Nueva Filosofía, La Inspección, Las Compras, Mejoramiento Continuo, Entrenamiento, Liderazgo, El Miedo, Barreras, Slogans, Cuotas, Logros Personales, Capacitación, Transformación
3. **Normalización de Piezas: (Samuel Colt, 1820),** Consistía en el diseño de un producto estándar, con piezas también estándares, que pueden utilizarse indistintamente, independientemente de la unidad de producto en las que se empleen. Esta normalización podía plantear algún problema, como el que las piezas no ajustaran adecuadamente debido a tolerancias en sus dimensiones. Este problema se resolvía mediante los ajustes manuales oportunos por parte del operario, durante el proceso de montaje.