

CALIDAD

junio del 2002

METODOLOGÍA PARA IMPLANTAR UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE SOFTWARE

Resumen / Abstract

A mediados de los 80, los procesos de desarrollo y mantenimiento del software eran con frecuencia imprevisibles y la garantía de funcionamiento y calidad del software desiguales. En general, los problemas principales presentados por los productos software: entrega tardía, costo elevado imperfecciones, poco fiables, parecen en gran parte, debido a problemas de proceso. Es precisamente por esto que en las empresas del país se trabaja hoy en día en sistemas que ayuden a mejorar la productividad, la eficiencia y la calidad de los productos software. En este artículo se parte de un estudio de los principales conceptos de la gestión de la calidad y su aplicación en la producción de software, y se propone una metodología para diseñar un sistema de gestión de la calidad en las empresas productoras de software, basado en las normas ISO 9000, el modelo de madurez de las capacidades, y el modelo europeo de calidad total.

In the middle of the 80, processes of development and maintenance of software they were often unforeseeable and the guarantee of operation and unequal quality of software. In general, the main problems presented by the software products are: it delayed delivery, high cost, imperfections, little trustworthy, seem to a large extent, due to process problems. In this article part of a study of the main concepts of the quality management and its application in the software production, and a methodology to design a system of management of the quality in the organizations that develop software, based on norms ISO 9000, the capability maturity model, and the european model of total quality.

Palabras clave / Key words

Calidad, gestión de la calidad, calidad del software, modelo de madurez de las capacidades (CMM)

Quality, quality management, software quality, capability model maturity (CMM)

Carmen Cruz-Rolando del Valle, Ingeniera Industrial, Empresa de Desarrollo y Producción de Software de Calidad (SOFTCAL), Ciudad de La Habana, Cuba

e-mail: carmen@softcal.cu

Mercedes Delgado Fernández, Ingeniera Industrial, Profesora Auxiliar, Departamento de Matemática Aplicada, Facultad de Ingeniería Industrial, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, Ciudad de La Habana, Cuba

e-mail: mdlgado@ind.ispjae.edu.cu

INTRODUCCIÓN

En la industria del software, los mayores problemas que se presentan están dados por los problemas operacionales del producto una vez elaborado, el incumplimiento de las fechas de entrega y los costos en que se incurren por encima de los valores planificados.

En Cuba, las empresas informáticas se encuentran en un nivel donde no tienen control sobre sus procesos, la terminación de los productos depende de la heroicidad y estoicismo de los trabajadores, donde muchas veces para terminar los proyectos en el tiempo pactado por los clientes hay que recurrir a los horarios extralaborales y, en general, se convierten en organizaciones apaga fuegos, cuando todo hay que hacerlo "para ayer".

Muchos directivos se preguntan cómo lograr aumentar la productividad, el cumplimiento de los planes, y obtener la máxima calidad en los productos software que ofertan. La respuesta está en la gestión de la calidad.¹

La gestión de la calidad según la ISO 9000 del 2000 son las actividades coordinadas en la organización para dirigir y controlar todo lo relativo a la calidad. Esto incluye el establecimiento de la política de la calidad, los objetivos de la calidad, la planificación de la calidad, el control de la calidad, el aseguramiento de la calidad y la mejora de la calidad.

En la producción de software, la gestión de la calidad se define como el patrón sistemático y planificado de todas las acciones a seguir para proporcionar la confianza adecuada de que un producto de software o un elemento componente se realiza conforme con los requerimientos técnicos establecidos.² Es un proceso integral del ciclo de vida del software que comprende la administración y la evaluación. En el mismo se establecen las políticas, objetivos, normas, procedimientos, planes y los sistemas orientados a asegurar la calidad del software a través de todo su ciclo de vida.³

La productividad en el software y la calidad del producto obtenido venían determinados por las personas. Esto conducía a una baja productividad y calidad del producto final. A medida que los costos de personal y la complejidad de los sistemas iban creciendo, esta forma de trabajo se hizo insostenible. Así, en la conferencia de la OTAN (Organización del Tratado del Atlántico Norte) del año 1969 se acuñó el término: **ingeniería del software** con el fin de hacer frente a esta problemática.⁴

Comenzó entonces en la década del 70 y el 80 una fuerte investigación en tecnología, desarrollándose nuevos métodos, técnicas y herramientas, como: prototipo, programación orientada a objetos y herramientas CASE (Computer Aided Software Engineering).

En forma general, también se han diseñado sistemas para la gestión de la calidad, entre ellos el modelo de calidad ISO 9000, el modelo creado por la Fundación Europea para la administración de la calidad (EFQM), y para la gestión de las organizaciones productoras de software específicamente, como el modelo de madurez de las capacidades (CMM).

MODELO PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD ISO 9001:2000

Esta norma internacional promueve la adopción de un enfoque a procesos para el desarrollo, implementación y mejora de la eficacia de un sistema de gestión de la calidad, para aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos.

Dicha norma especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad, aplicables cuando una organización:

a) Necesita demostrar su capacidad para suministrar de forma consistente productos que satisfagan los requisitos del cliente y los requisitos reglamentarios aplicables.

b) Aspira a aumentar la satisfacción del cliente a través de la efectiva aplicación del sistema, incluidos los procesos para la mejora continua del sistema y el aseguramiento de la conformidad con los requisitos del cliente y los requisitos reglamentarios que se sean aplicables.

El **modelo de madurez de capacidades para software** describe las prácticas y principios del proceso de desarrollo del software

y su propósito es ayudar a las organizaciones de software a mejorar la madurez de sus procesos de software en términos de rutas revolucionarias desde procesos *ad hoc* y caóticos a procesos disciplinados y maduros. Este modelo se estructura en cinco niveles de madurez. Un nivel de madurez es una plataforma de evolución bien definida hacia lograr la madurez del proceso. Cada nivel de madurez proporciona una capa en los cimientos para mejoras continuas en los procesos.⁵

La siguiente clasificación de los cinco niveles de madurez resalta los cambios primarios en los procesos a realizarse en cada nivel:

Inicial: El proceso de software se caracteriza como *ad hoc*, y ocasionalmente caótico. Algunos procesos son definidos, y el éxito depende de esfuerzos individuales y hasta heroicos.

Repetible: Procesos básicos de gestión de proyectos son establecidos para hacer seguimiento a costos, cronogramas y funcionalidades. La disciplina del proceso se instala para repetir los éxitos iniciales en proyectos con aplicaciones similares.

Definido: El proceso de software para las actividades de gestión como de ingeniería son documentados, estandarizados e integrados en un proceso estándar de software para la organización. Todos los proyectos utilizan una versión aprobada y adaptada del proceso estándar corporativo para desarrollar y dar mantenimiento al software.

Administrado: Análisis de las métricas del proceso y de la calidad del software. Tanto el proceso del software y los productos se comprenden cuantitativamente y se controlan.

Optimizado: Mejoras continuas en procesos mediante la retroalimentación cuantitativa de los procesos y del muestreo de las ideas innovadoras y las tecnologías.⁶

CONTRASTE ENTRE ISO 9001 Y EL MODELO DE MADUREZ DE LAS CAPACIDADES

El CMM enfoca estrictamente al software, mientras que ISO 9001 tiene un espectro más amplio: hardware, software, materiales procesados y servicios.

La mayor similitud es que para ambos el CMM e ISO 9001, la esencia es "di lo que haces y haz lo que dices". La premisa fundamental del ISO 9001 es que cada proceso importante deberá ser documentado y cada producto terminado deberá contar con la validación de calidad a través de la actividad de control de calidad. ISO 9001 requiere documentación que contenga instrucciones o guías en lo que deberá ser hecho o cómo deberá ser hecho. El CMM comparte este énfasis en procesos que son documentados y ejecutados de acuerdo con la documentación. Las frases como conducido "de acuerdo con el procedimiento documentado" y en seguimiento a "una política corporativa descrita" caracterizan las áreas claves de procesos en el CMM.⁷

MODELO EUROPEO DE EXCELENCIA EMPRESARIAL

Los objetivos de este modelo, son:

- Estimular y ayudar a las organizaciones a participar en actividades de mejora y que las conduzcan a la excelencia en la

satisfacción de los clientes, empleados, en la sociedad y en los resultados de negocios.

- Dar soporte a los gestores de las organizaciones europeas para que adopten en sus organizaciones **la gestión total de la calidad** para conseguir una ventaja competitiva global.⁸

El concepto fundamental de este modelo es:

"La satisfacción del cliente, la satisfacción del personal y el impacto en la sociedad, se consigue a través de un liderazgo que conduzca una política y estrategia, una gestión de los recursos y de los procesos a la excelencia en los resultados financieros y no financieros".

SITUACIÓN DE LA CALIDAD EN LAS EMPRESAS DE SOFTWARE EN CUBA

A partir de un estudio realizado en la Empresa de Desarrollo y Producción de Software de Calidad (SOFTCAL), se detectaron a partir de encuestas realizadas, las dificultades que se muestran en el diagrama causa-efecto (figura 1).

Estos problemas se detectaron a partir de un diagnóstico realizado a través de la aplicación de los cuestionarios del EFQM del modelo CMM y las entrevistas con especialistas de la empresa. El cuestionario del modelo CMM evaluaba específicamente los requerimientos que debe tener una empresa productora de software para alcanzar el nivel II (repetible), aspectos específicos como: la gestión de los requerimientos del cliente, la administración de la configuración, el aseguramiento de la calidad, la gestión de la subcontratación y la planificación, control y seguimiento de los proyectos de desarrollo del software.

Las causas presentadas en el diagrama causa-efecto (figura 1) se analizaron a través de un diagrama Pareto, para determinar la causa que más incidía en la mala calidad del producto final, a partir de esto utilizando los criterios de concordancia de Kendall y el método de expertos se determinó cuál de estas causas era la que más afectaba.

El diagrama Pareto finalmente obtenido a partir de probarse la concordancia de los expertos y que se muestra en la figura 2 refleja que las principales causas que influyen en la mala calidad del producto obtenido son las causas motivadas por las herramientas de trabajo y los especialistas.

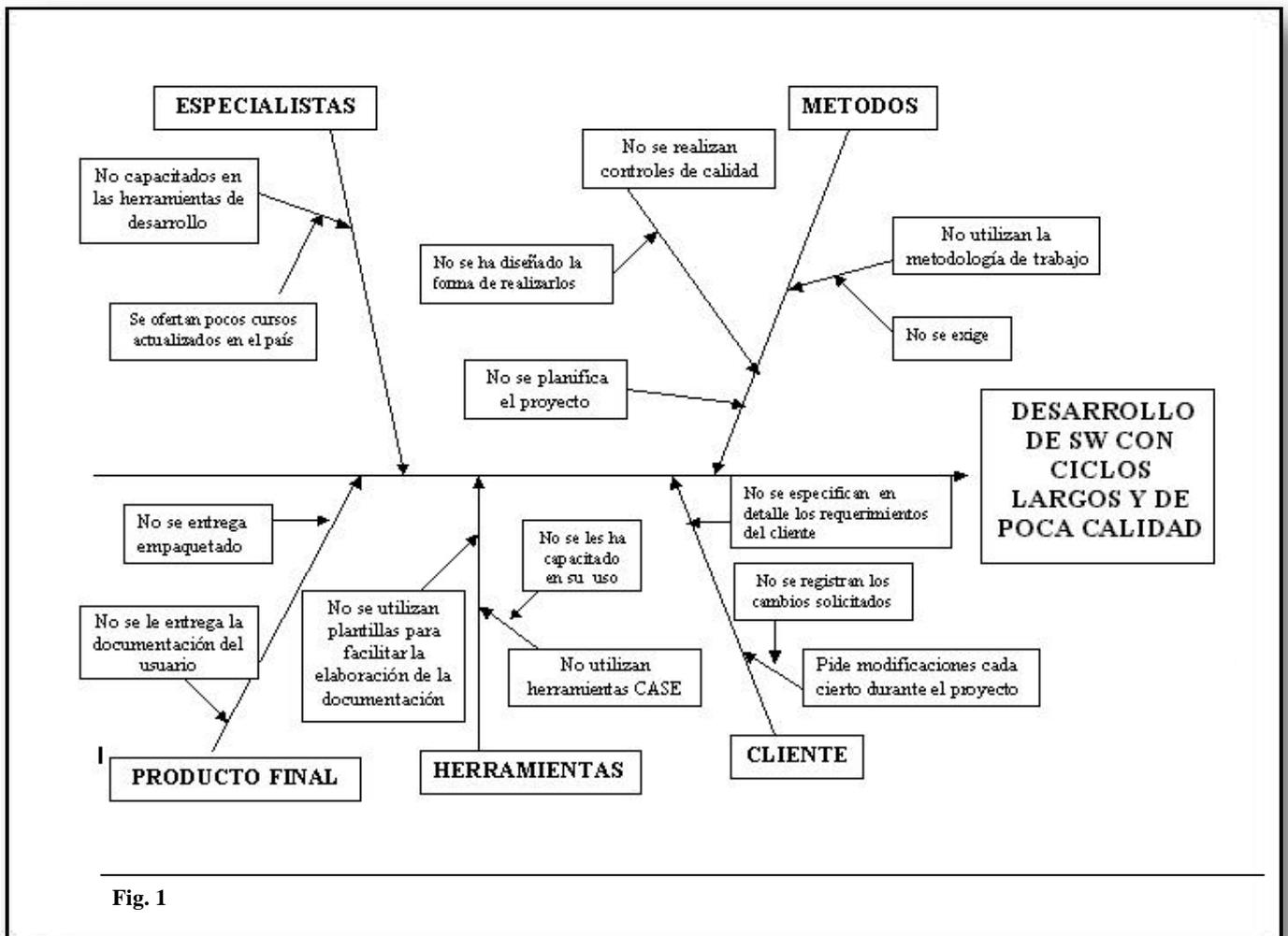


Fig. 1

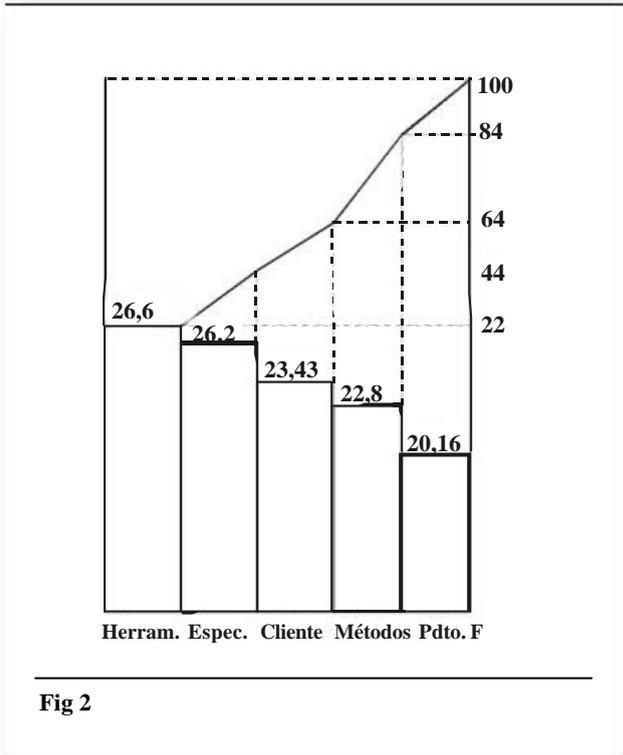


Fig 2

El diseño e implantación de un sistema de gestión de la calidad, contribuye a la eliminación de las principales causas de la mala calidad en el desarrollo del software, para lo cual se hace necesario una metodología que sea específica para empresas productoras de software, ya que por las características de la producción y del producto que se obtendrá resulta muy difícil el diseño, la implantación y el mantenimiento de estos sistemas de la calidad.

METODOLOGÍA PARA IMPLANTAR UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD EN EMPRESAS DE SOFTWARE

La metodología que se propone aplica los criterios de la ISO 9000 del año 2000, la cual ya incluye como uno de sus requisitos el mejoramiento, y el análisis de la organización basado en el enfoque de procesos. Como estándares para el establecimiento de este sistema orientado al software, se entiende que no solo con la implantación de la norma ISO 9000 se lograrán los objetivos de calidad trazados, por lo que se propone aplicar además, el modelo de madurez de las capacidades (CMM). Además deben incluirse los criterios del modelo europeo de la calidad total.

La metodología a que se hace referencia, debe asegurar la calidad en todas las etapas del ciclo de vida del producto, ayudar a la organización de la empresa y a la identificación adecuada de funciones y problemas existentes. Esto contribuye a alcanzar mejor y más rápido los resultados correctos, al constituir una base para la mejora sistemática del funcionamiento interno, de los procesos y de los productos y servicios.

Las etapas que a continuación se explican forman parte de la metodología propuesta.

Etapa 1. Estudio de factibilidad

1.1 Comprometer a la dirección con la importancia de implantar el sistema de calidad. Para demostrarle la necesidad de asumir el cambio e implantar este sistema, es conveniente hacerle presentaciones que demuestren los problemas actuales que tiene la organización, y demostrarle la repercusión económica que tienen actualmente la ejecución de estos problemas y los beneficios que se obtendrían con la implantación.

En el caso en que ya se tenga el compromiso de la alta dirección, no será necesario hacer la presentación. Pero no obstante este requisito, es indispensable para obtener el éxito del trabajo posterior.

1.2 Proponer a la dirección la forma más efectiva de creación de un grupo de la calidad que diseñe, controle y asesore la implantación del sistema de la calidad. Como ejemplo se muestran las funciones del normalizador:

- Proponer metodologías de ingeniería de software y otras temáticas de utilidad para la empresa.
- Buscar e implantar normas actualizadas.
- Verificar el uso de las metodologías.
- Definir características de calidad para productos y servicios.

1.3 Capacitar al consejo de dirección del centro y al resto de los trabajadores de la empresa en las temáticas de calidad.

Los temas para capacitar a los trabajadores deben ser:

- Modelo de madurez de las capacidades.
- Interpretación del modelo ISO 9000: 2000.
- Documentación del sistema de la calidad.
- Auditorías internas al sistema de la calidad.
- Herramientas informáticas que faciliten la ejecución del trabajo.

1.4 Estudiar la factibilidad económica de acometer este proyecto, teniendo en cuenta las pérdidas actuales por la no calidad y las ganancias estimadas que reportaría la implantación de este sistema. Algunos indicadores que demuestran la factibilidad de implantar este sistema serían:

- Productividad actual y productividad estimada con la aplicación.
- Tiempo actual de desarrollo de un proyecto de software y tiempo estimado después de la implantación.
- Costos actuales del proyecto y costos después de la implantación.
- Ganancias del proyecto antes y después.

Etapa 2. Análisis y diseño

2.1 Determinar los requerimientos del sistema.

Anteriormente se especificó que se utilizaría el modelo ISO 9001 del 2000, así como el modelo europeo de calidad total. Además, se tendrán en cuenta los requisitos del modelo CMM, modelo que es específicamente para empresas productoras de software.

El modelo CMM consta de cinco niveles, y para esta metodología se propone que la empresa en una primera etapa se centre en las áreas claves de proceso del nivel 2, que son los procesos en los que toda empresa debe incidir en primer lugar. Estas áreas claves de proceso son:

- Requerimientos del cliente.
- Planificación de proyectos.
- Seguimiento y control de proyectos.
- Aseguramiento de la calidad.
- Administración de la configuración (control de versiones y crear bibliotecas de clases y componentes).

Esto contribuye a aumentar la productividad en la programación al facilitar la reutilización de códigos.

- Gestión de la subcontratación. Esto solo es aplicable para las empresas que subcontratan servicios a empresas para brindar sus producciones o servicios.

2.2 Estudiar el entorno general y específico de la organización para realizar el análisis externo. Realizar análisis interno. Elaborar la matriz DAFO. Trazar estrategias.

A partir de la estrategia, se definen los planes de acción para cumplir los objetivos establecidos en la organización y llevar a cabo las estrategias propuestas.

2.3 Estudiar los procesos a partir del análisis del mapa de procesos, la desagregación de procesos y los flujos de procesos.

2.4 Diagnóstico de la situación actual del servicio. Para las empresas de software es aplicable el cuestionario de CMM. Puede utilizarse igualmente el cuestionario del modelo europeo de calidad total.

2.5 Definir funciones y responsabilidades en todas las áreas de la empresa, así como las colaboraciones entre cada una de ellas.

2.6 Determinar recursos materiales y humanos necesarios.

2.7 Elaborar el cronograma de trabajo que refleje las etapas del proyecto y duración de cada una de ellas. Así como los recursos y responsables en cada etapa, apoyándose en el Microsoft Project como herramienta para la planificación de proyectos.

Etapa 3. Desarrollo

3.1 Analizar la estructura organizativa de la empresa, comprobando que se ajusta a los requerimientos de la empresa. Existen tres estructuras fundamentales: funcional, por proyectos y matricial.

Para este tipo de producción es importante señalar que el controlador de calidad debe conocer de la actividad y del producto que evaluará, por las características especiales de este tipo de producción.

Otro papel que debe estar presente es el de administrador de la configuración, cuyas funciones serán:

- Realizar estudios de tendencias y difundir las nuevas tecnologías de la información en la empresa, así como las herramientas que se deben utilizar para mejorar el proceso de desarrollo de software.

- Administrar la biblioteca de clases y de componentes para contribuir a la reusabilidad de códigos.

3.2 Determinar métricas para los proyectos de software.

Las métricas más comunes en los proyectos de software son costos, tiempos de desarrollo (cronogramas), productividad beneficios.

Dentro de los diferentes métodos de estimación de costos de productos de software, se encuentra el modelo COCOMO (CONstructive COSt MOdel) desarrollado por Barry W. Bohem.

Los métodos de la ruta crítica, PERT, diagramas Gantt, etc. que se aplican para planificar los proyectos constructivos pueden ser utilizados para la planificación de los proyectos de software

No tendría objetivo planificar un proyecto, si esto no le sirve a la dirección de este para controlar la marcha de su ejecución por lo que habrá que recopilar datos estadísticos de lo que ha ocurrido realmente para compararlos con lo planificado y tomar las medidas que se estimen necesarias para el éxito del proyecto

3.3 Definir características de calidad para los productos.

Para la definición de las características de calidad de los productos puede emplearse el método del despliegue de la función de la calidad (QFD).

- **Funcionalidad:** Grado en que el software es funcionalmente correcto en correspondencia con las especificaciones y objetivos del usuario, para satisfacer los requerimientos implícitos y explícitos preestablecidos para el software, por el productor y por el cliente respectivamente.

- **Confiable:** Capacidad del software de mantener el nivel de ejecución con un conjunto de condiciones previamente establecidas con la precisión requerida durante un período de tiempo de ejecución determinado.

- **Usabilidad:** Grado en que el software facilita su utilización (asimilación, operación e interpretación de los resultados), por los usuarios.

- **Eficiencia:** Grado de utilización racional de los recursos en relación con el nivel de ejecución del software. Los recursos incluyen: otros software, facilidades de hardware, servicios de operación, mantenimiento y personal de apoyo.

- **Mantenibilidad:** Grado de facilidad que brinda el software para que pueda ser actualizado: mantenimiento correctivo mantenimiento perfectivo y mantenimiento adaptativo.

- **Portabilidad:** Esfuerzo requerido para transferir el software hacia otro hardware o transferido desde un ambiente de operación a otro.

- **Reusabilidad:** Grado en que el software, o parte de él, puede aprovecharse o utilizarse en el desarrollo del propio software o en la realización de otros productos de software.

3.4 Definir atributos y características para los productos y servicios.

Para las aplicaciones software, estas características y atributos se establecen a partir de las características de calidad antes definidas, y el método de despliegue de la función de calidad (QFD).

3.5 Proponer pruebas para los productos.

Cuando se construye el software, para llevar a cabo la prueba de validación, es casi imposible que el desarrollador pueda prever cómo un cliente usará realmente el programa, es por ello que se hace una serie de pruebas de aceptación que puede permitir que un cliente valide todos los requisitos, se puede dar el caso de las pruebas alfa y beta.

La prueba alfa consiste en una prueba del software ejecutado por el cliente estando presente el desarrollador para hacer las anotaciones necesarias cuando los errores o las observaciones del cliente sucedan.

Las pruebas beta son versiones del software que los desarrolladores lanzan antes de la versión final, esto es que se realicen las pruebas si la presencia del desarrollador ni el equipo de desarrollo para efectos de compatibilidad, portabilidad, mantenimiento, etc. Así la prueba beta es una aplicación en vivo del software en un entorno diferente.

3.6 Definir herramientas de software para aumentar la productividad del trabajo, elaborar la documentación de los sistemas y proyectos.

Entre las herramientas a utilizar se proponen

1. Herramientas CASE para análisis y diseño de sistemas (ERWIN, GENEXUS).

2. Utilizar plantillas para elaborar la documentación de los proyectos.

3. Crear bibliotecas de clases y componentes: Agrupación de clases y componentes para que puedan ser reutilizados en otros programas a desarrollar. En esta biblioteca se incluyen también objetos reutilizables. Dichos objetos dan a los desarrolladores acceso a componentes prefabricados y consisten en objetos de diseño, objetos de negocios y aplicaciones predesarrolladas. Los objetos de las bibliotecas de clases proveen diferentes niveles de abstracción y sirven como los bloques de construcción básicos para una aplicación.

4. Controlar las versiones de sistemas anteriores que se hayan realizado, para poder utilizar las experiencias en proyectos posteriores.

5. Estandarización de actividades, que son similares dentro de la organización.

6. Utilizar Microsoft Project para la planificación, control y seguimiento de los proyectos. Con el uso de este software se pueden planificar los tiempos de ejecución de cada etapa y los recursos requeridos en cada una de ellas.

Igualmente puede utilizarse para reflejar los valores reales a medida que vaya ejecutándose el proyecto y detectar las desviaciones con respecto a la planificación. Esto posibilita que se lleve un registro estadístico de cada proyecto además que ayuda a conocer el uso de los recursos y a evaluar en qué momento hay que reasignar o reducir los recursos de un proyecto.

3.7 Aplicar encuestas para medir la satisfacción de los clientes.

3.8 Determinar documentación que conformará el sistema de

la calidad de acuerdo con las ISO 9000 y con las propuestas que emanen de la aplicación del CMM.

La documentación del sistema de la calidad está compuesto por los siguientes documentos:

Manual de la calidad: Documento que describe las disposiciones generales tomadas por la empresa para obtener la calidad de sus productos. Contiene una descripción de la organización, del funcionamiento y de la estrategia de calidad elegida.

Procedimientos de trabajo: Documentos escritos de carácter ejecutivo, ya que forman la base documental del sistema y deben cubrir todos los requisitos de la norma ISO 9000 aplicables. Describen las actividades y procesos para la obtención de los productos y(o) brindar los servicios.

Registros de la calidad: Modelos especializados dentro de la empresa donde se recogen los datos primarios y relevantes sobre lo sucedido durante el proceso de fabricación del producto o generación del servicio.

3.9 Designar los responsables, cronogramas y recursos a asignar para elaborar la documentación. Estos aspectos se establecerán en un cronograma utilizando para ello el Microsoft Project.

3.10 Elaborar la documentación del sistema de la calidad.

3.11 Revisar y aprobar la documentación.

Etapa 4. Prueba

4.1 Prueba de la factibilidad del sistema.

Esta prueba consiste en revisar cómo se está comportando la implantación del sistema en un área de la organización que se define como **área piloto**, donde se estudiará cómo los trabajadores han asimilado los cambios y se pone a punto el sistema de la calidad, corrigiendo las dificultades que se vayan presentando, de acuerdo con los requisitos del sistema de la calidad diseñado y al cumplimiento de los requisitos de los clientes.

Una vez probado y puesto a punto el sistema de la calidad puede extenderse la experiencia al resto de las áreas de la empresa.

Etapa 5. Implantación

5.1 Realizar auditorías internas al sistema de la calidad.

Para ello se realizará la auditoría como lo propone el procedimiento elaborado en la empresa con esa finalidad. En el anexo 1 de este artículo aparece la lista de chequeo propuesta para las auditorías a proyectos software.

5.2 Informar los resultados de las auditorías a la dirección del centro y responsables de cada área. Planificar y ejecutar acciones correctoras

Etapa 6. Mantenimiento

6.1 Planificar y ejecutar acciones preventivas.

6.2 Elaborar planes de mejoramiento continuo en el servicio.

Estos planes se basarán en el cumplimiento de la política y los objetivos de calidad trazados en la primera etapa de la

metodología. Además, debe apoyarse en los resultados de las auditorías realizadas, el análisis de los datos de la organización y las acciones preventivas y correctivas tomadas.

Los planes deben ser elaborados en cada área de trabajo y aprobados por la Dirección General de la Organización.

CONCLUSIONES

La implantación del sistema de gestión de la calidad permitirá aumentar los niveles de venta, contribuyendo a elevar la satisfacción de los clientes, dado que la filosofía del mismo es asegurarse que todos y cada uno de los requerimientos y necesidades de los clientes se cumplan durante todo el ciclo de desarrollo del producto.

Se comprobó mediante la aplicación de la metodología propuesta, que al implantar un sistema de gestión de la calidad, aumenta la productividad, pues los trabajadores están entrenados y capacitados para ejecutar las actividades, se les proporcionan herramientas automatizadas que los ayuden a desempeñar más eficientemente su trabajo.

La reutilización de código y la administración de la configuración que propone el modelo CMM, ayuda también al incremento de esta productividad, pues se reutilizan elementos de la programación y se ponen en práctica las experiencias anteriores.

Además de que este sistema ayuda a incrementar las ventas y la satisfacción del cliente, mejoran otros indicadores como: las

utilidades y el gasto de salario por peso producido, puesto que toda la organización aúna sus esfuerzos por lograr la satisfacción del cliente. ☐

REFERENCIAS

1. **POLA, A.:** *Gestión de la calidad*, Ed. Marcombo, 1998.
2. **QUALYSOFT:** *Sistema para el aseguramiento de la calidad del software, Evaluación y Certificación del software* 199 pp., SOFTCAL, Cuba. 1995.
3. **NIELSEN, S.H.:** *Software-Management Quality and Organizational Fit*, pp. 38- 45, Ed. Griffith Univ, Brisbane Australia, 1995,
4. "Mejora del proceso software, Aspectos generales", *BYTE* No. 72, pp. 120-122, April, 2001.
5. **PAULK, M. et al:** *The Capability Maturity Model for Software*, Software Engineering Institute, Pittsburgh, EUA abril, 1996.
6. ———: *Key Practices of the Capability Maturity Model Version 1.1*, 479 pp., Carnegie Mellon Univ., EUA, Feb 1993.
7. ———: "A Comparison of ISO 9001 and the Capability Maturity Model for Software," *Technical Report*, 78, pp. July, 1994.
8. **CUATRECASAS, L.:** *Gestión integral de la calidad* Ed. Gestión 2000 SA, España, 1999.



ANEXO 1

LISTA DE CHEQUEO PARA AUDITORÍAS A PROYECTOS DE SOFTWARE

Nombre del Proyecto: _____

Fecha de la auditoría: _____

Auditor líder: _____

Equipo de auditores:

Esta lista de chequeo puede utilizarse en cualquier etapa en que se decida auditar un proyecto, las etapas que aún no se han rebasado y de las que se pida información en esa lista, se marcarán como NP: no procede)

Etapas: Estudio preliminar

SÍ NO NP

¿Se tienen recogidos en algún documento los requerimientos del cliente?

¿Aparecen estos requerimientos aprobados por el cliente y el productor?

¿Se realizó la planificación del proyecto?

¿Se establecieron métricas, como: esfuerzo, costos, tiempo de desarrollo por etapas?

¿Aparece el documento de la etapa?

¿Se empleó alguna metodología para la planificación del proyecto?

Etapas: Análisis y diseño

¿Aparece la documentación de la etapa?

¿Hay un documento que refleje cómo se han traducido los requerimientos del cliente al diseño del producto?

¿Existe el acta de aceptación del cliente con su aprobación de la etapa?

¿Existe evidencia que se realizó algún control en esta etapa?

Etapas: Desarrollo

¿Está confeccionada la documentación de la etapa (manuales de programas, manual de instalación, manual de usuario)?

¿Los programas aparecen con comentarios?

¿Se utilizó de alguna biblioteca de clase?

¿Se reutilizaron códigos?

¿Se registraron los cambios solicitados por el cliente en esta etapa?

¿Aparecen evidencias de haberse comunicado estos cambios al resto del equipo?

Etapas: Prueba

¿Aparecen los modelos de las pruebas realizadas?

¿Aparecen reflejados los defectos encontrados?

¿La prueba se realizó a partir de los requerimientos del cliente expresados en la etapa preliminar?

Producto terminado

¿Aparece especificada la versión generada del producto?

¿El producto se le entregó al cliente empaquetado?

¿Se le entregó al cliente la documentación establecida (manual de usuario y manual de instalación)?

¿Aparece el acta de aceptación firmada por el cliente?