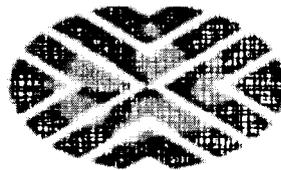


TD-1212-08



**Universidad de las Ciencias Informáticas
Facultad 9**

**Guía para la Elaboración y Planificación del Plan de Aseguramiento de la
Calidad. Polo Sistemas Geológicos.**



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

AUTORES: Dariel López Vázquez.

Yeter Cruz Felipe.

TUTOR: Ing. Ramsés Ibarrola Suárez.

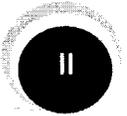
Ciudad de la Habana, Julio, 3, 2008.

"Año 50 de La Revolución"



“... es característico de una mente instruida, descansar satisfecha con el grado de precisión permitido por la naturaleza de cada asunto y no buscar la exactitud cuando sólo es posible una aproximación de la verdad...”

Aristóteles (330 a.C.)



DEDICATORIA

Dedico este trabajo de diploma a mis títos lindos, que son mi vida.

Gracias por existir

Yeter

Dedico este trabajo y todo mi esfuerzo a mis padres y mi familia que son tan importantes en mi vida y que sin ellos no sé qué sería de mí.

Los quiero mucho.

Daniel

AGRADECIMIENTOS

A mis tíos por haber hecho hasta lo imposible para que yo estuviera hoy donde estoy, por apoyarme siempre, por haber confiado en mí en los momentos más difíciles y por haber esperado siempre lo mejor de mí, gracias por estar ahí, gracias por ser tan lindos, sin ustedes todo se hubiera hecho mucho más difícil, este sueño lo hicimos realidad los tres juntos, los quiero.

A mis hermanitas Yaquelin y Marelis por su ayuda en estos 5 años, las quiero y quisiera que supieran que significan mucho para mí y son mi ejemplo a seguir.

Agradecer también a mis sobrinitos Kevin y Anthony porque a su lado toda la tristeza se convierte en alegría, los adoro.

A mis amigas por su comprensión y ayuda durante estos años.

Al comandante en jefe por la idea de crear esta universidad que tanto ha aportado a mi intelecto.

En fin, a todos los que han hecho que mi estancia aquí sea grata.

Yeter

Les agradezco infinitamente a mis padres que durante estos cinco años y toda la vida me han brindado su apoyo, el cariño y el amor para un día como hoy estar en este lugar y en este momento de satisfacción, nada de lo que he logrado hasta hoy hubiera sido posible sin ellos, gracias por existir y por ser parte de mi vida, los quiero mucho.

A mis hermanos, Fato y Dairelys, por el cariño y por contar conmigo, aunque no lo sepan me inspiran a ser mejor cada día.

A mis abuelos que tanto amor y cariño me han dado, como unos padres, también los quiero mucho.

A Odalis, por su apoyo, cariño y comprensión, al igual que Robe, son especiales para mí.

A mi familia, mis tíos y mis primos, Osme, Yami.

A todas las personas que han estado cerca de mí durante la universidad, por su apoyo y por compartir su alegría, no los olvidaré.

A todos los que han hecho de mi vida algo mejor.

Daniel

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaramos ser autores de la presente investigación y reconocemos a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales sobre la misma, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmo la presente a los 2 días del mes de Julio del año 2008.

Yeter Cruz Felipe



Dariel López Vázquez



DATOS DE CONTACTO

Tutor:

Ing. Ramsés Ibarrola Suárez, Adiestrado, Profesor de Ingeniería de Software I y II, Jefe del laboratorio de calidad de la facultad 9 – UCI.

Dirección: Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), Edificio 40, Apto: 40105

Teléfono: 835 8826

E-mail: ribarrola@uci.cu

TABLAS

TABLA 1 GUÍA DEL ESTÁNDAR ISO	28
TABLA 2 COMPARACIÓN ENTRE LAS GUÍAS	30
TABLA 3 PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES	51
TABLA 4 CORRESPONDENCIA DE LAS REVISIONES CON EL PLAN DE DESARROLLO	53
TABLA 5 COMPARACIÓN DE LOS CONCEPTOS DE CALIDAD DADO POR DIFERENTES AUTORES.....	63
TABLA 6 COMPARACIÓN ENTRE TIPOS DE REVISIONES (IEEE STD. 1028: 1997 "REVISIONES DE SOFTWARE")	65

FIGURAS

FIGURA 1 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO DE PREPARACIÓN.	21
FIGURA 2 DESGLOSE DE LAS ACTIVIDADES DE CONTROL.	64
FIGURA 3 COSTO DE CORREGIR DEFECTOS EN CADA FASE DEL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO.	65
FIGURA 4 MAPA MUNDIAL DE ESTADOS CON COMITÉS MIEMBROS DE LA ISO.	68
FIGURA 5 ESTRUCTURA DEL POLO DE SISTEMA GEOLÓGICO.....	69

RESUMEN

La Universidad de las Ciencias Informáticas, creada bajo el fragor de La Batalla de Ideas, se encuentra en un proceso ascendente de obtención de la calidad, cuestión que es de suma importancia en la competencia que rige el mercado del software. Con el objetivo de mejorar la calidad con que se desarrollan los proyectos productivos en la Universidad y específicamente en el Polo de Sistemas Geológicos de la Facultad 9, es que se ha realizado la presente investigación.

La elaboración de un plan de aseguramiento de la calidad es de suma importancia en el proceso de desarrollo de software y no realizarla puede traer consigo una serie de dificultades como atraso en el tiempo de desarrollo, mayor esfuerzo y productos que no posean la calidad deseada por los clientes. En el Polo de Sistemas Geológicos existe cierto desconocimiento a profundidad, acerca de los procedimientos que se deben llevar a cabo para garantizar la calidad de los softwares. Por estos motivos, surge el interés de confeccionar una guía de apoyo, que dirija y oriente en la planificación del aseguramiento de la calidad. Finalmente se propone esta guía, la cual está basada en el estándar IEEE 730-1998 para crear un Plan de Aseguramiento de la Calidad en un proyecto dado.

El contenido de este trabajo está estructurado en introducción, dos capítulos, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos. En el primer capítulo se aborda la fundamentación teórica acerca del proceso de aseguramiento de la calidad y toda la problemática existente en el Polo de Sistemas Geológicos. En el segundo capítulo se realiza un análisis de los contenidos que plantean los estándares existentes para este fin y finalmente se realiza la propuesta de la guía de la cual se ha comentado anteriormente.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1: FUNDAMENTOS TEÓRICOS ACERCA DE LA GARANTÍA DE LA CALIDAD Y PROBLEMÁTICA QUE GIRA ENTORNO A LOS PROYECTOS DEL POLO DE SISTEMAS GEOLÓGICOS.....	5
1.1 INTRODUCCIÓN.....	5
1.2 CONCEPTOS ASOCIADOS AL DOMINIO DEL PROBLEMA.....	5
1.2.1 <i>Calidad de Software</i>	5
1.2.1.1. Observaciones sobre calidad del software.....	8
1.2.2 <i>Gestión de la calidad</i>	8
1.2.2.1 Observaciones sobre gestión de la calidad.....	9
1.3 EL PROCESO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.....	9
1.3.1.2. <i>Objetivos del SQA</i>	12
1.3.1.3. <i>Metas del SQA</i>	13
1.3.1.4. <i>Actividades del SQA</i>	13
1.4. ACTIVIDADES DE GARANTÍA DE LA CALIDAD MÁS SIGNIFICATIVAS DENTRO DE UN PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.....	14
1.4.1. <i>Auditorías</i>	14
1.4.1.1. Observaciones sobre auditoría.....	14
1.4.1.2. Tipos de auditoría informática.....	14
1.4.1.3. Objetivo de las auditorías.....	15
1.4.2. <i>Revisiones</i>	16
1.4.2.1 Observaciones sobre revisiones.....	18
1.4.2.2. Tipos de revisiones.....	18
1.4.3. <i>Estándar de calidad</i>	22
1.4.4 <i>Modelos de Aseguramiento de la Calidad</i>	25
1.5. POLO DE SISTEMAS GEOLÓGICOS.....	26
1.5.1 <i>Estructura del Polo de Sistemas Geológicos</i>	26
1.5.2. <i>Problemática presente en el Polo de Sistemas Geológicos</i>	26
1.6 ANÁLISIS DE LAS GUÍAS DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EXISTENTES.....	28
1.6.1 <i>Guía que propone el estándar ISO 9000-3</i>	28
1.6.2 <i>Guía que propone la IEEE 730-1998</i>	29
1.6.3 <i>Guía que propone la IEEE 730-2002</i>	30
1.7 CONCLUSIONES.....	31
CAPITULO 2: ANÁLISIS Y PROPUESTA DE UNA GUÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y APLICACIÓN DE UN PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD. POLO DE SISTEMAS GEOLÓGICOS.....	32
2.1 INTRODUCCIÓN.....	32
2.2 ORGANIZACIONES QUE HAN DEFINIDO ESTÁNDARES PARA LA GARANTÍA DE LA CALIDAD.....	32
2.3 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS GUÍAS EXISTENTES.....	34
EL ESTÁNDAR QUE PLANTEA LA IEEE 730-1998 PARA EL PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD ES:.....	35
2.3.1 <i>Revisiones y auditorías que se realizan en la UCI</i>	36
2.3.1.1 Revisión Técnico- Formal.....	36
2.3.1.1.1 La reunión de revisión.....	38
2.3.1.1.2 Registro e informe de revisión.....	38
2.3.1.1.3 Directrices para la revisión.....	39
2.3.1.2 Auditoría Interna.....	41
2.3.1.2.1 Tareas a ejecutar en la auditoría interna.....	42
2.4 GUÍA PROPUESTA PARA APLICAR UN PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.....	44
CONCLUSIONES.....	58
RECOMENDACIONES.....	59



BIBLIOGRAFÍA.....	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
ANEXOS	63
GLOSARIOS DE TÉRMINOS Y SIGLAS	70
TÉRMINOS	70

Introducción

En el mundo de hoy la calidad ha alcanzado un auge significativo en todas las esferas de la sociedad, y si deseamos adquirir un producto o recibir un servicio, por insignificantes que estos parezcan, siempre nos cuestionamos cuál es el mejor y cuál se ajusta más a nuestras necesidades y preferencias. El mundo de la informática no queda exento de ello y en especial el proceso de desarrollo de software, donde la presencia de este factor se ha convertido en una de las principales cuestiones de interés.

En nuestro país, que ha hecho de la producción de software un renglón económico de gran peso, se invierten energías y recursos por parte de sus empresas en el empeño de obtener productos competentes, con el objetivo de expandir su mercado a escala internacional y automatizar los procesos que tienen lugar en la economía y en cada esfera de la sociedad.

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), concebida sobre la base del vínculo docencia-producción, tiene gran auge en el mercado del software dado el potencial intelectual que posee al incorporar la docencia y la investigación a la práctica productiva, sin embargo, aun no posee una basta experiencia en el desarrollo de software, y es por ello que la universidad se encuentra inmersa en un proceso de obtención de la calidad.

La calidad de un producto está dada por la calidad del proceso mediante el cual se obtiene y esto no es posible sin llevar a cabo correctamente la aplicación de otros subprocesos como son: la gestión, el control y el aseguramiento, de ahí la importancia que se le concede a cada uno de ellos.

Con el fin de obtener productos de alta calidad, expertos en el tema han estandarizado normas internacionales que guían y evalúan los procesos antes mencionados. Entre estos estándares se encuentran los generados por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) y los de la Organización Internacional de Estandarización (ISO). Algunos van dirigidos a productos de cualquier índole, otros específicamente a los informáticos.

A partir de estos estándares es posible generar Planes de Aseguramiento de la Calidad teniendo en cuenta las características propias de la organización donde se apliquen y de los proyectos que se deseen llevar a cabo.

En un Plan de Aseguramiento de la Calidad, entre otras cosas, se identifican y describen todas las actividades de Garantía de la Calidad y los medios para llevarlas a cabo de manera explícita; y estas actividades son las que, de manera objetiva, le aportan cierto grado de calidad a los productos de software.

Sin un Plan de Aseguramiento de la Calidad bien concebido y elaborado, se corre el riesgo de que un proyecto no se desarrolle con la eficiencia y eficacia requerida, y cuando se termina, se ha perdido mucho tiempo detectando errores que se podían haber encontrado a lo largo del ciclo de vida del producto, lo que se traduce en mayor esfuerzo por parte de los desarrolladores, altos costos de producción, atraso de entregas y finalmente, productos que no poseen la calidad deseada por los clientes.

A través de entrevistas y encuestas realizadas en el Polo de Sistemas Geológicos, se comprobó que existe un desconocimiento a profundidad acerca de cómo implementar y aplicar un Plan de Aseguramiento de la Calidad, y debido a la importancia que se le confiere a esta actividad para el mejoramiento de la Garantía de la Calidad, es que surge la motivación de proponer una guía que detalle y oriente de manera explícita cómo llevarlo a cabo.

Teniendo en cuenta la situación problemática planteada, el **problema** al que se le dará solución en esta investigación es: ¿Qué procedimientos deben adoptarse para la Garantía de la Calidad en los proyectos del Polo de Sistemas Geológicos en la Facultad 9?

Para darle solución a dicho problema fue necesario centrar la investigación en el proceso de aseguramiento de la calidad, lo cual constituye el **objeto de estudio**.

El **campo de acción** es el Plan de Aseguramiento de la Calidad, en los proyectos del Polo de Sistemas Geológicos.

El **objetivo general** que se persigue, es confeccionar una guía para la elaboración del Plan de Aseguramiento de la Calidad en el Polo de Sistemas Geológicos de la Facultad 9.

Los **objetivos específicos** son los siguientes:

1. Identificar los procedimientos de Garantía de la Calidad en los proyectos del Polo de Sistemas Geológicos de la Facultad 9.

2. Analizar los procedimientos y tendencias en la actualidad que rigen el proceso de Garantía de la Calidad.
3. Definir una guía para la elaboración y planificación del Plan de Aseguramiento de la Calidad en el Polo de Sistemas Geológicos de la Facultad 9.

Para obtener estos resultados es necesario llevar a cabo las siguientes **tareas**:

- 1- Investigar acerca de las actividades relacionadas con la Garantía de Calidad en el Polo de Sistemas Geológicos de la Facultad 9.
- 2- Definir si existe algún estándar o plantilla para elaborar el Plan de Aseguramiento de Calidad en la UCI.
- 3- Elaborar el marco teórico del trabajo.
- 4- Investigar acerca de los procedimientos y estrategias de la Garantía de la Calidad que se aplican en Cuba y en el mundo.
- 5- Sintetizar los procedimientos y estrategias estudiados previamente de Garantía de la Calidad que se aplican actualmente.
- 6- Confeccionar una guía para la elaboración y planificación del Plan de Aseguramiento de Calidad en los proyectos del Polo de Sistemas Geológicos de la UCI.

El desarrollo exitoso de las tareas expuestas anteriormente contribuirá al cumplimiento de la **idea a defender** en esta investigación: como resultado de un correcto estudio de los Planes de Aseguramiento de la Calidad en los proyectos de desarrollo de software y las tendencias actuales en este campo, será posible proponer una guía para elaborar un Plan de Aseguramiento de la Calidad.

Definidos los elementos necesarios para encontrar la respuesta al problema que se plantea, es preciso seleccionar las herramientas de las cuales se va a hacer uso para resolverlo.

Esta investigación se llevó a cabo haciendo uso de **métodos científicos** de investigación, se utilizaron métodos científicos tanto teóricos como empíricos para su realización.

Dentro de estos **métodos teóricos** se utilizaron los siguientes:

- i. **Histórico – lógico:** el uso de este método científico permitió analizar la trayectoria de los Planes de Aseguramiento de la Calidad desde sus inicios, permitiendo conocer la lógica de su desarrollo.
- ii. **Analítico – Sintético:** este método tiene su principal soporte en los procesos de análisis y síntesis, fue utilizado con el objetivo de realizar un análisis de los diferentes Planes de Aseguramiento de la Calidad.
- iii. **Hipotético – Deductivo:** este método fue utilizado para llegar a nuevos conocimientos acerca de los Planes de Aseguramiento de la Calidad.

Los **métodos empíricos** se utilizaron para describir y explicar los Planes de Aseguramiento de la Calidad comprobando las hipótesis derivadas de los métodos teóricos, llevando a la investigación a un nivel de mayor elaboración. Dentro de estos métodos se utilizó la observación, con el objetivo de ver cómo se desenvuelve el Polo en la realización del trabajo, también se utilizó la entrevista a través de la cual se dio solución a inquietudes referentes a las actividades que se desarrollan en el Polo y en la Universidad.

Temas tratados en los capítulos

El trabajo que se presenta a continuación está estructurado en dos capítulos. El Capítulo 1 contempla la fundamentación teórica de esta investigación, donde se esclarece todo lo referente al objeto de estudio, se describe la situación problemática y el entorno que la rodea.

Por su parte, en el Capítulo 2 se realiza el análisis y propuesta de una guía para la elaboración de un Plan de Aseguramiento de la Calidad en los proyectos productivos del Polo de Sistemas Geológicos.

Para finalizar se presentan las conclusiones, las recomendaciones, las referencias bibliográficas, la bibliografía, un glosario de términos y el conjunto de anexos para un mejor entendimiento de lo expuesto a lo largo del trabajo.

CAPITULO 1: Fundamentos teóricos acerca de la Garantía de la Calidad y problemática que gira entorno a los Proyectos del Polo de Sistemas Geológicos.

1.1 Introducción

En este capítulo se abordarán los conceptos asociados al análisis del proceso de Aseguramiento de la Calidad, se realizará una descripción detallada del objeto de estudio, se describirá el dominio del problema y la situación problemática existente en el Polo de Sistemas Geológicos y se comentarán otras soluciones existentes del análisis de los Planes de Aseguramiento de la Calidad en la Universidad de las Ciencias Informáticas

1.2 Conceptos asociados al dominio del problema.

Para que el lector tenga una mejor comprensión sobre el tema abordado, se les proporcionará la vía más adecuada detallando **conceptos asociados al dominio del problema**, entre los que se encuentran: calidad del software, gestión de la calidad, guía.

1.2.1 Calidad de Software

El término calidad es ampliamente utilizado en todos los sectores que se relacionan con la creación de un producto o la prestación de un servicio, ya que intrínsecamente incluye la relación con el cliente, de ahí la importancia del mismo.

A continuación se muestran algunas definiciones enunciadas por diferentes autores, referentes a la calidad de un producto de software, tema que nos concierne. Se considera adecuado referirse a este término como Calidad de Software.

En 1997, la IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) define a la calidad de software apreciándose una implícita consideración de la opinión del cliente sobre un producto. La misma enuncia: "Grado con el cual el cliente o usuario percibe que el software satisface sus expectativas."(The Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1997). Sin embargo, es muy difícil satisfacer de la misma manera los intereses de todos los clientes o usuarios, ya que este es un término

muy subjetivo que va en concordancia con cada individuo. No todas las personas perciben las mismas expectativas, este concepto es demasiado general, prácticamente imposible de cumplir. La calidad de software debe ser dirigida a cumplir necesidades recogidas en requisitos preestablecidos y no simplemente “expectativas”.

Ya en el año 1998, Pressman considera calidad de software como: “Concordancia con los requisitos funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos con los estándares de desarrollo explícitamente documentados y con las características implícitas que se espera de todo software desarrollado profesionalmente”, (Pressman, 1998). En este concepto se manifiesta la necesidad de plasmar los requisitos que realmente desea el cliente y no sus “expectativas”, mas, se debe considerar que existen algunos requisitos implícitos y este concepto los tiene en cuenta. El problema es que, por lo general, una parte de los requisitos va a estar explícita, pero otra parte va a quedar implícita ya que el usuario sabe lo que quiere pero no siempre es capaz de expresarlo. Se debe tratar que queden implícitos la menor cantidad de requisitos posibles.

Al comienzo del nuevo milenio, la norma 9000 de la Organización Internacional de Normalización (ISO), versión posterior de la norma ISO 8402 del año 1994, refina el concepto de calidad considerándola como “Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.”, otro concepto que da la norma 9000 de la ISO es: “Conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer unas necesidades explícitas o implícitas”. Esta acepción del término está estrechamente vinculada a atributos intangibles y su objetivación es ciertamente difícil, aunque sin duda, es un enfoque vital hacia la excelencia de un producto o servicio (“Términos y definiciones de la Norma ISO 9000-2000”, 2007).

Otras organizaciones en su momento dieron un concepto relacionado con la calidad del software, los cuales son:

“Grado con el cual el cliente o usuario percibe que el software satisface sus expectativas” **(1)**

“Grado con el que un sistema, componente o proceso cumple:

- Los requisitos especificados.
- Las necesidades o expectativas del cliente o usuario.” **(2)**

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

(ISO 8402) **(2)**

Totalidad de características de un producto o servicio relativas a su capacidad para satisfacer unas necesidades dadas (ANSI/ASQC A3).

El grado con el que un sistema, componente o proceso cumple los requisitos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario (ANSI/IEEE Std. 610) (3)

Concordancia del software producido con los requisitos funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo explícitamente documentados y con las características implícitas que se espera de todo software desarrollado profesionalmente [Pressman, 1998]. (4)

- Requisitos funcionales: funciones a realizar por el software.
- Requisitos no funcionales o extendidos: requisitos de seguridad, rendimiento, interfaz, etc.

Los estándares y las normas de desarrollo permiten que se consiga una calidad técnica.

Los requisitos implícitos no aparecen en la ERS. Si se cumplen los requisitos explícitos, pero no se alcanzan los implícitos, la calidad del software queda en entredicho.

Lo que está claro a partir de estas definiciones es que la calidad es algo relativo. Siempre va a depender de los requisitos o necesidades que se desee satisfacer. Por eso, la evaluación de la calidad de un producto siempre va a implicar una comparación entre unos requisitos preestablecidos y el producto realmente desarrollado. El problema es que, por lo general, una parte de los requisitos va a estar explícita (se encontrarán en la ERS, tanto los funcionales como otros requisitos), pero otra parte va a quedar implícita (el usuario sabe lo que quiere, pero no siempre es capaz de expresarlo). Hay que intentar que queden implícitos la menor cantidad de requisitos posible. No se podrá conseguir un producto de buena calidad sin una buena ERS.

Teniendo esto en cuenta, en un producto de software se van a tener diferentes visiones de la calidad:

- **Necesaria o Requerida:** La que desea el cliente.
- **Programada o Especificada:** La que se ha especificado explícitamente y se intenta conseguir.
- **Realizada:** La que se ha conseguido.

El objetivo es conseguir que las tres visiones coincidan. A la intersección entre la calidad Requerida y la calidad Realizada se le llama calidad Percibida, y es la única que el cliente valora. Toda aquella calidad que se realiza, pero no se necesita, es un gasto inútil de tiempo y dinero.

También está claro que las definiciones que se han dado de la calidad son demasiado generales e imprecisas como para que resulten de utilidad a la hora de construir un software de calidad. Por eso surge el concepto de Modelo de Calidad, que ayuda a definir la calidad del software de una forma más precisa y útil.

1.2.1.1. Observaciones sobre calidad del software.

Los autores concuerdan en que la calidad del software debe estar enfocada al cliente. A modo de conclusión se puede afirmar que no es más que el grado en que el software cumple con los requisitos preestablecidos, siempre tratando de buscar que éste se encuentre mejor adaptado a las necesidades del cliente. En base a estas definiciones es importante destacar que la calidad de un producto de software debe ser considerada en todos sus estados de evolución (especificaciones, diseño, código, etc.). No basta con tener en cuenta la calidad del producto una vez finalizado, cuando los problemas de calidad ya no tienen solución o la solución es muy costosa.

En el **Anexo 1** se muestra una tabla de comparación sobre las definiciones de cada uno de los autores destacando diferentes aspectos que consideramos importantes a la hora de analizarlos.

Uno de los problemas existentes actualmente en la esfera de la informática es la calidad del software. Desde la década del 70, este tema ha sido motivo de preocupación para especialistas, ingenieros, investigadores y comercializadores de software, los cuales han realizado gran cantidad de investigaciones al respecto (Fernández Carrasco, García León, & Beltrán Benavides, 1995). Uno de los objetivos fundamentales que se persigue es: ¿Cómo obtener un software con calidad? Ante esta interrogante surge el siguiente término: gestión de la calidad, el cual se fundamenta a continuación.

1.2.2 Gestión de la calidad

La Gestión de Calidad es una filosofía adoptada por organizaciones que confían en el cambio orientado hacia el cliente y que persiguen mejoras continuas en sus procesos diarios. Esto implica que su personal (Profesorado y Personal de Administración y Servicios), también puede tomar decisiones. Los principios de la Gestión de Calidad son adoptados por las organizaciones para realzar la calidad de sus productos y servicios, y de esta manera aumentar su eficiencia.

Los principios básicos que definen la Gestión de Calidad son:

- 1.- Esforzarse en conocer y cumplir con las necesidades, tanto internas como externas, de nuestro cliente.
- 2.- Analizar procesos para obtener una mejora continua.

1.2.1.1. Observaciones sobre calidad del software.

Los autores concuerdan en que la calidad del software debe estar enfocada al cliente. A modo de conclusión se puede afirmar que no es más que el grado en que el software cumple con los requisitos preestablecidos, siempre tratando de buscar que éste se encuentre mejor adaptado a las necesidades del cliente. En base a estas definiciones es importante destacar que la calidad de un producto de software debe ser considerada en todos sus estados de evolución (especificaciones, diseño, código, etc.). No basta con tener en cuenta la calidad del producto una vez finalizado, cuando los problemas de calidad ya no tienen solución o la solución es muy costosa.

En el **Anexo 1** se muestra una tabla de comparación sobre las definiciones de cada uno de los autores destacando diferentes aspectos que consideramos importantes a la hora de analizarlos.

Uno de los problemas existentes actualmente en la esfera de la informática es la calidad del software. Desde la década del 70, este tema ha sido motivo de preocupación para especialistas, ingenieros, investigadores y comercializadores de software, los cuales han realizado gran cantidad de investigaciones al respecto (Fernández Carrasco, García León, & Beltrán Benavides, 1995). Uno de los objetivos fundamentales que se persigue es: ¿Cómo obtener un software con calidad? Ante esta interrogante surge el siguiente término: gestión de la calidad, el cual se fundamenta a continuación.

1.2.2 Gestión de la calidad

La Gestión de Calidad es una filosofía adoptada por organizaciones que confían en el cambio orientado hacia el cliente y que persiguen mejoras continuas en sus procesos diarios. Esto implica que su personal (Profesorado y Personal de Administración y Servicios), también puede tomar decisiones. Los principios de la Gestión de Calidad son adoptados por las organizaciones para realzar la calidad de sus productos y servicios, y de esta manera aumentar su eficiencia.

Los principios básicos que definen la Gestión de Calidad son:

- 1.- Esforzarse en conocer y cumplir con las necesidades, tanto internas como externas, de nuestro cliente.
- 2.- Analizar procesos para obtener una mejora continua.

3.- Establecer equipos de mejora formados por el personal, los cuales conocen el proceso a analizar, y también a sus clientes, que son los que se benefician de sus servicios y productos.

4.- Consolidar organizaciones que ofrecen un ambiente libre de temores y culpas hacia los demás, reconociendo los valores de su personal. (1)

Conjunto de actividades de la función general de la dirección (de la organización) que determinan la política de la calidad, los objetivos y las responsabilidades y se implanta por medios tales como la planificación, el control, el aseguramiento y la mejora de la calidad en el marco del sistema de la calidad. (5)

1.2.2.1 Observaciones sobre gestión de la calidad

Según lo expresado por los autores hemos llegado a la conclusión de que la gestión de la calidad juega un papel importante dentro del campo de la informática, ya que el propósito de las organizaciones es llevar a cabo mejoras continuas en sus procesos diarios. La norma ISO 9000 [2000] da su criterio, el cual es: "Son las actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización en lo relativo a la calidad"

1.2.3 Guía

"Conjunto de criterios bien definidos y documentados que encaminan una actividad o tarea" (Juan Antonio López Quesada, Facultad de Informática, Ingeniería del software, dis.um.es) (10)

"Ayuda a desarrollar o implementar un Plan de Garantía de Calidad para un proyecto. Esta tarea es propia del personal de Garantía de Calidad. Para iniciar la puesta en práctica de procedimientos de Garantía de Calidad en un proyecto. Esta tarea es propia de los Jefes de Proyecto de Desarrollo de Software. Para evaluar o especificar un Plan de Garantía de Calidad. Esta tarea es propia de compradores o usuarios." (Angélica de Antonio)

1.3 El proceso de Aseguramiento de la Calidad.

"El Aseguramiento de la Calidad consiste en los procedimientos, técnicas y herramientas aplicadas por los profesionales para asegurar que un producto alcanza o excede estándares pre especificados durante el ciclo de vida de desarrollo de un producto" E. H. Bersoff, 1984.

Según Kan "El Aseguramiento de la Calidad del Software consiste en la Revisión de los productos y su documentación relacionada, para verificar su cobertura, corrección, confiabilidad y facilidad de mantenimiento", Kan (1995).

AENOR la define como "Conjunto de actividades planificadas y sistemáticas necesarias para aportar la confianza en que el producto satisfará los requisitos dados de calidad", (AENOR, 1992).

Y Reifer como "Conjunto de actividades de planificación, estimación y supervisión de las actividades de desarrollo, que se realizan de forma independiente al equipo de desarrollo, de tal forma que los productos software resultantes cumplen los requisitos establecidos" (Reifer, 1988).

Como compendio de todos estos conceptos se puede decir, que el aseguramiento de la calidad consiste en los procedimientos, técnicas y herramientas aplicadas por los profesionales para asegurar que los productos alcanzan o exceden estándares pre especificado y sus actividades deben ser planificadas y sistemáticas, entre las que se encuentra, la revisión de los productos y su documentación relacionada para verificar su cobertura, corrección, confiabilidad y facilidad de mantenimiento, de esta forma se aporta la confianza de que el producto satisfará los requisitos dados de calidad.

También es interesante la puntualización que se encuentra en la última definición: "que se realizan de forma independiente al equipo de desarrollo". Por lo general, el equipo de Aseguramiento de Calidad es diferente del equipo de desarrollo, especialmente en proyectos grandes. En cuanto al tamaño de este equipo, sirva como indicación que el promedio está en una persona de Aseguramiento de Calidad por cada 15 a 40 personas en el equipo de desarrollo.

Como se ha apreciado ningún concepto ha quedado exento, pues todos de una forma más general o específica se deben tener en cuenta, por lo que se puede llegar a la conclusión de que el aseguramiento de la calidad juega un papel fundamental en aras de obtener productos de alta calidad, aportándole a través de sus actividades cierto grado de confianza tanto a clientes como a desarrolladores, de que se van a cumplir los requisitos del software.

El Aseguramiento de Calidad es una actividad, para toda empresa que desarrolla software y debe llevarla a cabo de una manera limpia y correcta. La medición y las métricas son un punto muy importante en todo el proceso de software, como también, el Aseguramiento de Calidad que se retroalimenta con los resultados de las métricas.

La obtención de software con buena calidad implica la utilización de: un modelo de proceso, una metodología de desarrollo, que ayude a cumplir estrictamente el modelo de proceso seleccionado, estos procesos son entre otros: procesos de determinación de requisitos, diseño, implementación y prueba, que permiten estandarizar el conocimiento del trabajo, para lograr una calificación adecuada en los "atributos de calidad descritos por McCall", políticas de control para todas las fases de desarrollo y un proceso de medición para el proceso de software.

El Aseguramiento de la Calidad aborda principalmente 3 áreas, dentro de las que se encuentran las métricas del software para lograr el control del proyecto, la verificación y validación el cual se realiza a lo largo del ciclo de vida del software, incluyendo pruebas y procesos de revisión y la gestión de la configuración del software para controlar el cambio y mantener la integridad del producto de software.

La garantía o aseguramiento de la Calidad consiste en vigilar y a su vez mejorar permanentemente todo el proceso de desarrollo y ciclo de vida del software para comprobar que se siguen los procedimientos establecidos y que las entregas cumplen los requerimientos especificados en un inicio por el cliente. De esta manera, permite realizar las rectificaciones pertinentes al producto en desarrollo en cuanto éste empieza a desviarse de sus objetivos, propiciando que en un final, éste alcance el nivel de calidad deseado. Lo anterior implica además, reducir los costos de producción, ya que al controlar la calidad desde las primeras etapas del ciclo de vida de desarrollo involucra que el costo de la garantía en las etapas posteriores tenderá a disminuir al tener menos aspectos que controlar pues, la calidad estaría asegurada desde sus bases.

A modo de conclusión se puede decir que el objetivo de las actividades de la garantía de la calidad es comprobar si un producto posee o no una determinada característica de calidad en el grado requerido. "Para llevar a cabo un proyecto con la garantía de la calidad necesaria, se sigue una guía garantizando que la calidad será óptima. La garantía de la calidad de software involucra la revisión y la auditoría de los productos de software y actividades para verificar que éstas se llevan a cabo con los procedimientos y estándares adecuados". (Control de calidad, 2007)

El Aseguramiento de Calidad de Software engloba los siguientes puntos:

- El mejoramiento de los métodos, técnicas de análisis, diseño, codificación y prueba.
- Revisiones técnicas formales que se aplican durante cada fase del proceso de desarrollo de software" que ayudan a detectar los defectos.

- Utilización de estándares durante el desarrollo.
- Sistema de Métricas para la retroalimentación de todas las personas.
- Definir estrategias de prueba multiescala.
- Control de la documentación del software y de los cambios realizados.
- Un procedimiento que asegure, siempre que sea posible, un ajuste a los estándares de desarrollo del software.

En el caso de la IEEE 1074, este estándar explica cómo el Aseguramiento de Calidad de software debe apoyarse o relacionarse estrechamente con las siguientes **actividades**:

- Verificación: Básicamente revisiones y auditorías de configuración y calidad.
- Validación: Todos los niveles y fases de prueba de ejecución de software.
- Gestión de Configuración: Como medio de control de los productos generados.
- Medición de software: Contempla la necesidad de marcar objetivos y asociar métricas a los objetivos.

La actividad del SQA, en empresas grandes, será llevada por un grupo disciplinado, que debe seguir objetivos y metas.

1.3.1.2. Objetivos del SQA:

Entre los objetivos que persigue el SQA, para delimitar su campo de acción y no confundir con otras actividades se definen los siguientes:

- El SQA consiste en la revisión de los productos y su documentación relacionada, para verificar su contenido, corrección, confiabilidad y facilidad de mantenimiento. **(6)**
- La garantía de que un sistema cumpla las especificaciones y los requisitos funcionales y no funcionales para el desempeño deseado.
- Evitar la necesidad de realizar cambios significativos, una vez que el producto se ha terminado.
- Desarrollar software al que sea fácil mejorarlo.
- Garantizar que el proceso se lleve de acuerdo con los estándares establecidos internacionalmente, para ello toma, entre varias herramientas, las Inspecciones, para evaluar, verificar y controlar los proyectos en ejecución, que forma parte de los objetivos de las

Revisiones y Técnicas Formales, que “es una actividad del Aseguramiento de Calidad llevada a cabo por los ingenieros del software”. (7)

1.3.1.3. Metas del SQA:

El Modelo de Capacidad de Madurez (CMM) y Roger Pressman definen para el SQA las siguientes metas que deben contribuir al mejoramiento del proceso:

- Meta 1: Las actividades de aseguramiento de la calidad del software (SQA) se planifican. (7)
- Meta 2: Se verifica de una manera objetiva la concordancia de los productos de software y de las actividades con los estándares, procedimientos, y requisitos aplicables. (7) (8)
- Meta 3. Se posee la descripción del proceso de software descrito y se actualiza sistemáticamente. (8)
- Meta 4: Se revisan las actividades de ingeniería de software para verificar el ajuste al proceso de software definido.
- Meta 5: Se realizan auditorías de los productos de software designados para verificar el ajuste con los productos definidos como parte del proceso de software.
- Meta 6: Se asegura que las desviaciones del trabajo y los productos del software se documenten y se manejen de acuerdo con un procedimiento establecido.
- Meta 7: Se registra lo que no se ajuste a los requisitos y se informa a sus superiores.

1.3.1.4. Actividades del SQA:

Según CMM el SQA debe realizar las siguientes actividades:

1. Un Plan de Aseguramiento de la Calidad del software es preparado para el proyecto de software siguiendo un procedimiento documentado. (7)
2. Las actividades del Grupo de Aseguramiento de Calidad de Software (GSQA) se realizan de acuerdo al plan de de aseguramiento de calidad. (7)
3. El GSQA participa en la preparación y revisión del plan del proyecto de desarrollo de software, estándares, y procedimientos. (7)
4. El GSQA revisa las actividades de ingeniería de software para verificar su conformidad de cada una de ellas. (7)
5. El GSQA audita los productos del trabajo de software para verificar su conformidad. (7)

6. El GSQA periódicamente reporta el resultado de sus actividades al Grupo de Ingeniería del Software (GIS). (7)
7. Las desviaciones detectadas en las actividades de software y en los productos del trabajo de software son documentadas y manejadas siguiendo un procedimiento documentado. (9)
8. El GSQA conduce revisiones periódicas de sus actividades y hallazgos con el cliente, de la forma más apropiada. (8)

1.4. Actividades de Garantía de la Calidad más significativas dentro de un Plan de Aseguramiento de la Calidad.

1.4.1. Auditorías

Permite determinar si se cumplen los requisitos, los planes y el contrato. "El conjunto de técnicas, métodos y procedimientos empleados para la evaluación de sistemas informáticos". Control de la adecuación de los sistemas a los requisitos establecidos para ellos (corrección, completitud, eficiencia, etc.) Produce un documento de recomendaciones. (Juan Antonio López Quesada, Facultado de Informática. (11)

1.4.1.1. Observaciones sobre auditoría

Según lo planteado podemos decir que la auditoría es de gran importancia ya que permite realizar una evaluación exhaustiva y producir un documento de recomendaciones para enmendar o mejorar los aspectos débiles que se detecten.

1.4.1.2. Tipos de auditoría informática:

- De explotación
- De sistemas
- De comunicaciones
- De desarrollo de proyectos
- De seguridad

La auditoría informática ayuda a detectar:

- Fraudes y delitos económicos producidos en las propias empresas (a veces por los propios empleados, sin conocimiento de la dirección).

- Problemas en privacidad y seguridad (auditoría de seguridad informática, tanto lógica como física)
- La corrección de los datos de entrada (auditoría informática de datos).
- Problemas de diseño del sistema informático.

1.4.1.3. Objetivo de las auditorías

Verificar el cumplimiento de los productos y procesos con los estándares, guías, especificaciones y procedimientos establecidos. La auditoría chequea el estatus del proyecto contra contratos, requerimientos, planes estándares, guías, especificaciones y procedimientos, para identificar problemas y recomendar soluciones. Las responsabilidades son distribuidas de la siguiente manera:

Líder:

- Planificar, convocar y documentar reuniones.
- Asegurar la disponibilidad de la información.

Revisores:

- Prepararse para las reuniones de revisión.

Autores:

- Hacer disponible el material.

Los procedimientos llevados a cabo son:

- Planificación la auditoría
 - Ítems a examinar.
 - Reportes a producir.
 - Criterios de evaluación.
 - Listas de chequeo para auditar.
 - Cronograma.
- Reunión inicial con la unidad a auditar, que puede ser opcional.
- Preparación del equipo de auditoría:
 - Material de evidencia.
 - Información de la organización a auditar.

Las auditorías pueden dividirse en dos categorías según su propósito: Cumplimiento y comportamiento. La auditoría de cumplimiento busca la conformidad con un conjunto de reglas. Las reglas no pueden cuestionarse, están fijadas de antemano, un ejemplo de auditorías de cumplimiento es el siguiente:

Auditorías de alto riesgo: En algunos acontecimientos las consecuencias de los fallos son inaceptables. Es necesaria una auditoría completa y minuciosa del producto terminado antes de ser activado o llevado a su lugar. Los auditores comprueban los registros de las inspecciones, la revisión de los diseños y otras formas de prueba.

Las auditorías de cumplimiento están diseñadas para garantizar que las actividades hayan sido realizadas correctamente. Por su propia naturaleza, son reactivas, uno no se cuestiona las reglas. Uno solo busca el cumplimiento de esas reglas. Al igual que con la inspección, estas auditorías son binarias pasan o fallan. Las reglas se cumplen o no se cumplen.

1.4.2. Revisiones

Las revisiones del software son un filtro para el proceso de ingeniería del software. Las revisiones se aplican en varios momentos del desarrollo del software y sirven para detectar errores y defectos que puedan así ser eliminados. Las revisiones del software sirven para purificar, las actividades de ingeniería del software que suceden como resultado del análisis, el diseño y la codificación. (4)

El Proceso de Revisiones tiene vital importancia en el Aseguramiento de Calidad en una empresa que desarrolla software. Su planificación, control y seguimiento incide directamente en la calidad del producto final. Por tanto, establecer un adecuado Sistema de Aseguramiento de Calidad en el Polo de Sistema Geológico es de suma importancia en las condiciones actuales del país, en las que se quiere potenciar la industria de producción de software.

Las actividades de control de calidad se pueden clasificar en dos categorías: controles estáticos y controles dinámicos. Los primeros analizan el objeto sin necesidad de ejecutarlo mientras que los segundos requieren la ejecución del objeto que está siendo probado. Las revisiones se encuentran dentro del primer grupo, más específicamente, dentro de las actividades de control estático, manuales y disciplinadas **Anexo 2**. Son técnicas de grupo y su misión principal es conseguir que la responsabilidad del control de calidad no recaiga sólo sobre el propio desarrollador. (de Antonio, 2006).

En el año 1997 la IEEE, en el estándar 1028 "Revisiones de Software", define el término de revisión como: un proceso o reunión durante la que un producto de software se presenta a personal del proyecto, gestores, usuarios, clientes u otras partes interesadas para comentario o aprobación. (The Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1997) La definición que brinda la IEEE en este estándar ofrece una base para un mayor entendimiento del término que se está abordando ya que exponen de qué manera se realizan las revisiones y quiénes participan. Sin embargo, es muy vaga la idea que ofrecen sobre cuál es su fin y cómo se llega a una conclusión de la misma. "Para comentario o aprobación" no deja claro hacia qué, específicamente, deben ser dirigidos estos comentarios, ni bajo qué criterios se le da la aprobación al producto que se está revisando.

Entre los tantos conceptos que brindan los autores sobre qué es revisión, se recurre a citar a Pressman quien expone que: las revisiones del software son "un "filtro" para el proceso de ingeniería del software. Se pueden aplicar en varios momentos del desarrollo del software y sirven para detectar defectos que puedan así ser eliminados" (Pérez Pérez, 2006). En las palabras de Pressman se presenta una idea más clara de cuál es la intención de las revisiones, su propósito y sobre qué y cuándo actúan, o sea, sobre el proceso de ingeniería de software. No obstante, omite cómo se llevan a cabo, cómo se realizan las revisiones.

En el año 2005 Juristo, Moreno y Vegas en su trabajo "Técnicas de Evaluación de Software" exponen: "las Técnicas de Evaluación Estática de artefactos del desarrollo se les conoce de modo genérico por Revisiones. Las revisiones pretenden detectar manualmente defectos en cualquier producto del desarrollo. Por manualmente queremos decir que el producto en cuestión (sea requisito, diseño, código, etc.) está impreso en papel y los revisores están analizando ese producto mediante la lectura del mismo, sin ejecutarlo." (Juristo, Moreno, & Vegas, 2005) A diferencia de los conceptos dados anteriormente, éste brinda una clasificación a las revisiones: Técnicas de Evaluación Estática. Además ahonda en qué específicamente se revisa en un producto de software y de qué manera se realiza este procedimiento.

Por último citaremos a Angélica de Antonio, la cual expresa en el año 2006 que: "se puede definir una revisión como una reunión formal en la que se presenta el estado actual de los resultados de un proyecto a un usuario, cliente u otro tipo de persona interesada, y se realiza un análisis estructurado de

los mismos. Las revisiones redundan en una mejora directa de la calidad del objeto que se examina y provocan, indirectamente, una mejora de la calidad del proceso de desarrollo, al mismo tiempo facilitan el control del costo y el tiempo.” (de Antonio, 2006). En el planteamiento que realiza de Antonio se aprecia una evolución en la definición del término revisión. La misma hace un resumen bastante abarcador del concepto explicando cómo se ejecutan, quiénes participan y qué se realiza en las mismas. Además, presenta los beneficios que trae a los desarrolladores y al proceso de desarrollo de software, en sí, el uso de las revisiones.

1.4.2.1 Observaciones sobre revisiones

Se puede apreciar en las reflexiones y definiciones presentadas acerca del término revisión, que en resumen, se hace énfasis en las palabras: proceso, reunión, defectos, calidad y control. A partir de las mismas podemos asumir que una revisión no es más que un proceso que funciona como un “filtro” en el proceso de ingeniería de software que se puede aplicar en varios momentos del desarrollo de un software. Se lleva a cabo a través de una reunión donde participa el equipo de revisores y el personal involucrado, o interesado, en el desarrollo del producto de software. En la misma se presenta el estado actual de los resultados del proyecto en cuestión con la intención de detectar defectos en el producto de forma manual, o sea, sin ejecutarlo, para que puedan así, ser eliminados. Con su ejecución se logra, indirectamente, un trabajo técnico de una calidad más uniforme, una mejora de la calidad del proceso de desarrollo, y al mismo tiempo, facilitan el control del costo y el tiempo.

En fin, se ha podido constatar que las revisiones constituyen un elemento esencial para el desarrollo de un producto de software para comprobar lo que se está haciendo, con lo pre-establecido y de esa forma asegurar que cada producto cumpla con los requisitos que le han sido asignados. Son actividades de control de la calidad que permiten detectar defectos al seguir las desviaciones que se producen durante su desarrollo y en un final verificar la realización de las correcciones pertinentes.

1.4.2.2. Tipos de revisiones

Existen diferentes tipos de revisiones: las inspecciones, recorridos, revisiones técnicas y revisiones de gestión.

Las revisiones de gestión: son una evaluación sistemática de la adquisición, suministro, desarrollo, operación, o el proceso de mantenimiento del software ejecutado por, o bajo la supervisión del personal administrativo con responsabilidad directa del sistema, que monitorea el progreso, determina el estado de planes y horarios, confirma requerimientos y el propósito del sistema, o evalúa la efectividad de las estrategias administrativas utilizadas para lograr la correspondencia con el propósito. Este examen puede requerir más que una reunión. El examen no necesita ocuparse de todos los aspectos del producto. (The Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1997).

La revisión técnica: es una evaluación sistemática de un producto de software por un equipo de personal calificado para determinar el ajuste del producto de software con el uso pretendido e identificar las discrepancias de especificaciones y estándares.

Las revisiones técnicas también pueden proveer la recomendación y examen de alternativas diversas, lo cual puede requerir más de una reunión. El examen no necesita ocuparse de todos los aspectos del producto. (The Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1997).

La inspección: es un examen visual de un producto de software para detectar e identificar defectos de software, incluidos los errores y desviaciones de las normas y especificaciones. Las inspecciones son guiadas por facilitadores imparciales que son capacitados en técnicas de inspección. Determinación de reparación o la investigación de acciones para reparar un defecto, es un elemento obligatorio de una inspección de software, aunque la solución no debe ser determinada en la reunión de inspección. (The Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1997)

El recorrido: es una técnica de análisis estática en la cual un diseñador, o un programador, guía a los miembros del equipo de desarrollo y otras partes interesadas a través de un producto de software, y los participantes hacen preguntas acerca de posibles defectos, violación de estándares de desarrollo, y otros problemas. (The Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1997)

Todas estas revisiones de acuerdo a su grado de formalidad se pueden clasificar como Formal e Informal.

Revisiones Informales: Se basan simplemente en un intercambio de opiniones entre los participantes (Juristo et al., 2005); que pueden o no presentar una guía de pasos para su realización, usualmente no se planean, no hay proceso definido para su realización ni roles específicos.

Revisiones Formales: Son aquellas en que los participantes son responsables de la fiabilidad de la evaluación, y generan un informe que refleja el acto de la revisión. (Juristo et al., 2005). Se dice que una revisión es formal cuando: es un evento público, se informa por escrito de los resultados, todos los participantes son responsables de la calidad de la revisión. (de Antonio, 2006).

Como se ha podido apreciar, todos y cada uno de los tipos de revisiones posee un fin determinado. Las revisiones de gestión identifican consistencia con las desviaciones de planes y la falta de adecuación de métodos administrativos. Además, determinan si son necesarios cambios en la dotación de recursos, o en el alcance del proyecto. Las revisiones técnicas van encaminadas a comprobar las discrepancias en las especificaciones y estándares, para que finalmente las funcionalidades del software concuerden con el uso pretendido. Es decir, provee a la dirección pruebas para confirmar si el producto del software está conforme a las especificaciones, si el producto se apega a las reglas, estándares, lineamientos y métodos aplicables al proyecto y si los cambios en el producto del software son debidamente implementados y afectan sólo esas áreas de sistema identificadas por la especificación de cambio. El propósito de una inspección es detectar e identificar defectos del producto del software. Comprueba que el producto de software satisface sus especificaciones, los atributos de calidad especificados, que está conforme a reglas aplicables, estándares, lineamientos y métodos. Además identifica las desviaciones de estándares y las especificaciones. Usa documentos de ingeniería de software para mejorar el proceso de inspección en sí y su documentación de respaldo, por ejemplo, las listas de chequeo.

El recorrido, similar a la inspección, tiene como objetivos principales encontrar defectos y evaluar la conformidad con estándares y especificaciones, identificando desviaciones. Un recorrido puede señalar varias deficiencias (por ejemplo, la eficiencia y los problemas de legibilidad en el producto del software, problemas de modularidad en diseño o el código, o las especificaciones que no pueden ser examinadas). Ver **Anexo 3**

El proceso de revisión a proponer será flexible, o sea, con el mismo será posible aplicar cualquier tipo de revisión planteada anteriormente, de acuerdo a los objetivos que se persigan con la misma, teniendo en cuenta que cada una de estas revisiones no necesitan ocuparse de todos los aspectos del producto. Cabe destacar que cualquier tipo de revisión que decida realizarse se hará de manera formal por las características organizativas y documentales que poseen las mismas.

Preparación de las Revisiones:

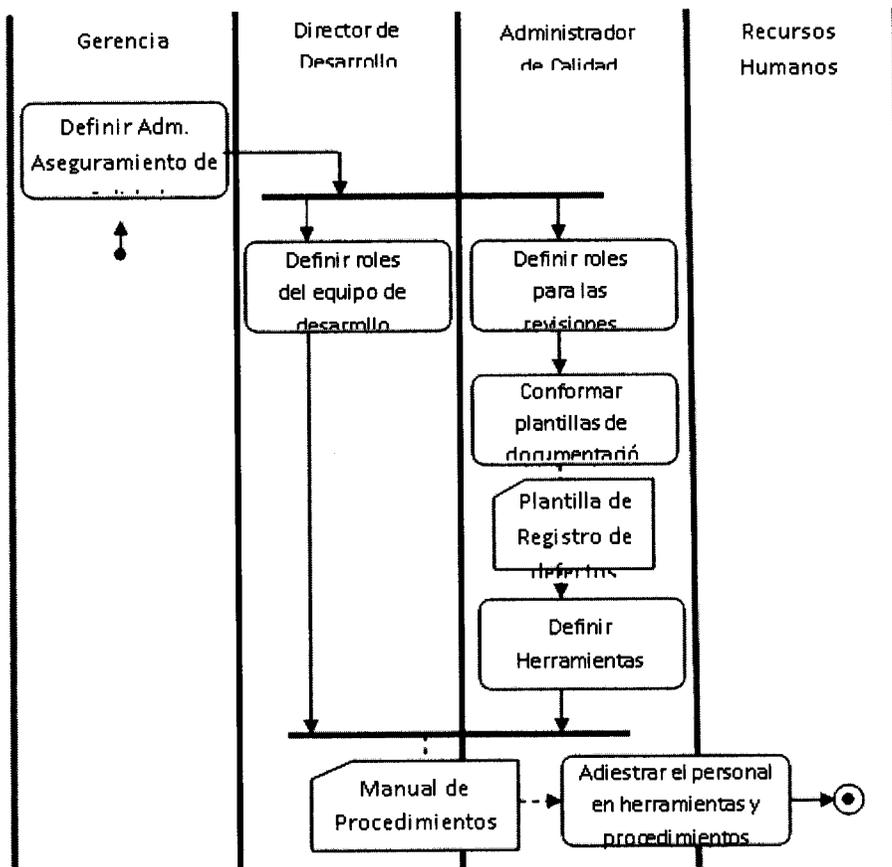


Figura 1 Diagrama de actividades del proceso de preparación.

Trabajos realizados muestran la importancia de establecer el proceso de revisión en las empresas de software sustentado en el argumento de que las dos terceras partes de los defectos de los sistemas son el resultado de errores cometidos en etapas tempranas del desarrollo del proyecto y sólo una tercera parte son el resultado de errores cometidos en etapas avanzadas, por lo que es necesario prevenirlos desde etapas tempranas.

Luego de un estudio realizado en empresas productoras de software en el mundo se muestra los altos costos alcanzados por lograr corregir estos defectos a tiempo y se evidencia que mientras más tarde se detectan los defectos más costosa es su corrección, Reynolds (1995). Por lo que vemos que más que recurrir a una revisión final, se debe atender al proceso mismo, detectando los defectos y poniendo las acciones correctivas correspondientes para prevenirlos en adelante. Ver **Anexo 4**.

1.4.3. Estándar de calidad

Un estándar se define como el grado de cumplimiento exigible a un criterio de calidad. Dicho en otros términos, define el rango en el que resulta aceptable el nivel de calidad que se alcanza en un determinado proceso.

Los estándares de calidad determinan el nivel mínimo y máximo aceptable para un indicador. Si el valor del indicador se encuentra dentro del rango significa que estamos cumpliendo con el criterio de calidad que habíamos definido y que las cosas transcurren conforme a lo previsto, es decir, estamos cumpliendo con nuestro objetivo de calidad. Si, por el contrario, estamos por debajo del rango significa que no cumplimos nuestro compromiso de calidad y deberemos actuar en consecuencia (o bien la apuesta fue demasiado optimista para los medios disponibles). Por el contrario, si estamos por encima, o bien tendremos que redefinir el criterio o, desde luego, estamos gastando (en términos de esfuerzo) más de lo que pensábamos que era necesario (o fuimos pesimistas para fijar el rango o pecamos de inexpertos).

El estándar, por consiguiente, determina el mínimo nivel que comprometería la calidad de ese proceso. Por debajo del estándar la práctica (producto o servicio) no reúne calidad suficiente. **(13)**

Entre las razones que se pueden esgrimir para que una organización, en sus distintas actividades, decida la utilización de estándares, se pueden asumir como más importantes las señaladas por Lan Somerville:

Este es el más completo: conjunto de criterios aprobados, documentados y disponibles para determinar la adecuación de una acción (estándar de proceso) o de un objeto (estándar de producto) (14)

Los estándares proporcionan un reagrupamiento de las mejores y más apropiadas prácticas y usos. Engloban los “conocimientos” que son patrimonio de una organización.

Proporcionan un marco alrededor del cual pueden ser implementados procedimientos de Aseguramiento de la Calidad del Software. Dichos procedimientos se simplifican al tener que centrarse, principalmente, en controlar la consecución y el seguimiento de los estándares.

Proporcionan una cierta continuidad en el trabajo realizado por una persona y retomado por otra. Todo el mundo dentro de una organización adopta las mismas prácticas, por eso el esfuerzo de aprendizaje cuando se inicia un nuevo trabajo es mínimo.

Una de las organizaciones más prestigiosas a nivel internacional que estandariza normas de calidad es la **IEEE**, una asociación técnica profesional sin fines de lucro con más de 3750,000 miembros individuales en 150 países. Más de 1.7 millones de documentos en la librería electrónica IEEE. Alrededor de 1 300 estándares y proyectos bajo desarrollo. Tienen publicado alrededor de 144 revistas. Patrocinador de más de 850 conferencias anuales. La IEEE o Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, es una organización profesional creada con el objetivo de ayudar a la prosperidad global, mediante la promoción del proceso de ingeniería de crear, desarrollar, integrar, compartir y aplicar el conocimiento sobre las tecnologías y ciencias eléctricas y de la información, para el beneficio de la humanidad y de la profesión, su trabajo es promover la creatividad, el desarrollo y la integración, compartir y aplicar los avances en las tecnologías de la información, electrónica y ciencias en general para beneficio de la humanidad y de los mismos profesionales. (“About IEEE,” 2007).

Los estándares IEEE están orientados al Aseguramiento de la Calidad.

La institución IEEE tiene definido un estándar para el Plan de Aseguramiento de la Calidad, que es el estándar Std. 730-1, también define, entre otros, un estándar para la revisión y la auditoría, que es el estándar 1028:1997, en el que se definen los tipos de revisiones que ellos consideran: Revisión de Gestión, Revisión Técnica, Inspección, Recorrido y Auditoría.

En el estándar se explica detalladamente, de cada una de las revisiones, cuáles son los posibles productos de software a examinar, los responsables de llevarlas a cabo, o sea, los roles, los criterios y artefactos de entrada y salida, más el procedimiento a seguir para llevarla a cabo.

En general, entre los roles que definen se encuentran el Jefe de Decisión, que es quien decide la realización de la revisión, el Líder del equipo de revisores, el Escriba que se encarga de la documentación generada, el Lector que presenta la revisión, el Autor del producto objeto de revisión, el Revisor y el Técnico que provee la información necesaria para los revisores o participa activamente, de acuerdo al tipo de revisión.

Cuando definen los artefactos de entrada de cada una de las revisiones la mayoría coincide en: una declaración de objetivos para la revisión, el producto de software a ser revisado, el nivel actual de defectos o la lista de resultados, documentos de procedimiento de la revisión, cualquier reglamento, norma, directriz, plan o procedimiento bajo el cual el producto de software va a ser revisado y la categoría de los defectos.

El estándar define que para que una revisión pueda ser realizada tienen que haber sido cumplidos los criterios de entrada, o sea, las precondiciones y la autorización de la revisión. Esta última establece que las revisiones serán planificadas y documentadas en los documentos de planificación del proyecto, mientras que la primera señala que se deben complementar, con antelación, el establecimiento de una declaración de objetivos para la revisión y que las entradas requeridas para la misma estén disponibles.

El procedimiento a seguir para llevar a cabo las revisiones planteado coincide en la realización de las fases: Preparar la Revisión por la Administración, Planificar, Visión General, Preparar, Examinar, Re trabajo / Seguimiento ver **Anexo 6.**

Después de analizadas las Actividades de Garantía de la Calidad más significativas dentro de un Plan de Aseguramiento de la Calidad, se hace necesario el análisis de los modelos de Aseguramiento de la Calidad ya que permiten definir, medir y, sobre todo, planificar la calidad.

1.4.4 Modelos de Aseguramiento de la Calidad.

Modelos de calidad: Los Modelos de Calidad son herramientas que guían a las Organizaciones a la Mejora Continua y la Competitividad.

Los modelos de calidad del software vienen a ayudar en la puesta en práctica del concepto general de calidad que vimos en el apartado anterior, ofreciendo una definición más operacional. En los modelos de calidad, la calidad se define de forma jerárquica. Es un concepto que se deriva de un conjunto de sub-conceptos, cada uno los cuales se van a evaluar a través de un conjunto de indicadores o métricas.

Tienen una estructura, por lo general, en tres niveles: ver [Anexo 7](#)

-En el nivel más alto de la jerarquía se encuentran los factores de calidad, que representan la calidad desde el punto de vista del usuario. Son las características que componen la calidad. También se les llama Atributos de Calidad Externos.

-Cada uno de los factores se descompone en un conjunto de criterios de calidad.

Son atributos que, cuando están presentes, contribuyen al aspecto de la calidad que el factor asociado representa. Se trata de una visión de la calidad desde el punto de vista del producto software. También se les llama Atributos de Calidad Internos.

-Para cada uno de los criterios de calidad se definen entonces un conjunto de métricas, que son medidas cuantitativas de ciertas características del producto que, cuando están presentes, dan una indicación del grado en que dicho producto posee un determinado atributo de calidad.

La ventaja de los modelos de calidad es que la calidad se convierte en algo concreto, que se puede definir, que se puede medir y, sobre todo, que se puede planificar.

Los modelos de calidad ayudan también a comprender las relaciones que existen entre diferentes características de un producto software.

Una desventaja es que aún no ha sido demostrada la validez absoluta de ninguno de estos modelos. Las conexiones que establecen entre características, atributos y métricas se derivan de la experiencia, y de ahí que existan múltiples modelos.

1.5. Polo de Sistemas Geológicos

En este epígrafe se describirá la estructura y organización que posee el polo así como la situación problemática que gira en torno al mismo.

1.5.1 Estructura del Polo de Sistemas Geológicos

El Polo de Sistemas Geológicos, como se ha mencionado anteriormente en la introducción, es el entorno donde coexiste el negocio, es decir, la producción de software. Dicho polo tiene una estructura y organización definida e implementada de acuerdo a sus necesidades y objetivos. Actualmente está compuesto por dos proyectos productivos, el SIG cubano (Sistema de Información Geológica) que se incorporó en los primeros meses de este año y el proyecto Gestión del Conocimiento Geológico que inicialmente fue estimado en una duración aproximada de tres años y actualmente lleva un año y medio aproximadamente de desarrollo.

El polo posee varios roles de trabajo para su correcto funcionamiento con un aproximado de 80 personas, entre los principales roles a nivel de polo se encuentran:

- Un líder que es quien organiza, controla y evalúa todas las actividades
- Un administrador, que planifica los recursos materiales, económicos y humanos
- Un planificador, quien planifica todo el trabajo a desarrollar
- Un asesor de formación, que se encarga de la capacitación y la investigación
- Un equipo de investigación (EPI) acerca de los temas asociados a la producción que se está desarrollando
- Un arquitecto, que quien organiza toda la información
- Un grupo de calidad integrado por 3 miembros.
- El económico se encarga de las actividades como la estimación de costo, tiempo y esfuerzo requeridos. Ver **figura 2**

1.5.2. Problemática presente en el Polo de Sistemas Geológicos

Una vez conocida la estructura y el funcionamiento del Polo de Sistemas Geológicos se describirá de manera exhaustiva las condiciones y consecuencias que determinan la situación problemática que ha dado lugar a esta investigación.

Desde los inicios de la Universidad de las Ciencias Informáticas se han ido identificando un conjunto de problemas provocados por diversos factores que atentan contra el correcto desarrollo de los proyectos de producción de software. Estas afectaciones han sido provocadas fundamentalmente por la inexperiencia del personal y la falta de procedimientos para guiar el proceso de desarrollo en dichos proyectos, lo cual se justifica si se tiene en cuenta que estamos en presencia de una nueva institución, en la cual se han ido creando las bases poco a poco para el desarrollo de software, una institución que aún se encuentra en formación y que por tanto existe un desconocimiento en algunas áreas relacionadas con la producción del software. Esta situación empeora cuando a los productos que se han elaborado, no se les han aplicado un Plan de Aseguramiento de la Calidad, pues cada proceso de producción se comporta de forma diferente en cada proyecto.

A partir de entrevistas realizadas al líder del polo y al responsable del grupo de aseguramiento de la calidad del polo, se ha determinado que existen una serie de dificultades que impiden el correcto funcionamiento de las actividades que garantizan la calidad de los productos.

El equipo de garantía de la calidad no conoce a profundidad las actividades de garantía de calidad, así como los métodos necesarios para llevarlas a cabo, cuestión que es de suma importancia en el proceso de desarrollo de software, no saben cómo planificar eficientemente el aseguramiento de la calidad, ya que no conocen cómo deben describir cada aspecto a tener en cuenta en un plan de aseguramiento, dentro de estos aspectos se encuentran las tareas y responsabilidades delegadas a los integrantes del grupo de garantía de la calidad, la documentación que se debe utilizar, las métricas que serán utilizadas en la evaluación de la producción y sobretodo las actividades más importantes dentro de la garantía que son las revisiones y auditorías, con sus cronogramas, organización y responsabilidades y actividades de corrección.

Por todo lo planteado anteriormente se puede llegar a la conclusión de que al no implementar y llevar a cabo correctamente un plan de aseguramiento de la calidad, esto traerá consigo una serie de consecuencias negativas tales como, altos costos de producción, mayor esfuerzo y tiempo de desarrollo, además de correr el riesgo un alto riesgo de obtener productos de baja calidad, que es la cuestión más importante tanto para los desarrolladores como para los clientes y que determina la competencia y el prestigio de La Universidad.

Saber implementar y aplicar un plan de aseguramiento de la calidad ofrece cierta seguridad, tanto para los desarrolladores como para clientes, de que las cosas saldrán bien y que los productos finalmente satisfarán las expectativas.

De ahí, que se decide crear una Guía para la elaboración y planificación de un Plan de Aseguramiento de la Calidad en los proyectos del Polo de Sistemas Geológicos, que sirva de guía a todo el personal que se encuentra vinculado a los proyectos productivos y principalmente a los responsables de la calidad.

1.6 Análisis de las guías de Aseguramiento de la Calidad existentes

A continuación se expondrán las cláusulas que plantean los estándares de la ISO y la IEEE.

1.6.1 Guía que propone el estándar ISO 9000-3:

Tabla 1 Guía del estándar ISO

NUMERO	CLAUSULA
4.1	Administración de la Responsabilidad
4.2	Sistema de Calidad
4.3	Auditorías Internas del Sistema de Calidad
4.4	Acción Correctora
5.1	General
5.2	Revisión del Contrato
5.3	Especificación de los requerimientos de la Organización
5.4	Planificación del desarrollo
5.5	Planificación de la Calidad
5.6	Diseño e Implementación
5.7	Testeo y Validación
5.8	Aceptación
5.9	Generación, Entrega e Instalación
5.10	Mantenimiento
6.1	Administración de la Configuración
6.2	Documentos de Control

6.3	Calidad de los Archivos
6.4	Medidas
6.5	Reglas y Convenciones
6.6	Herramientas y Técnicas
6.7	Compra
6.8	Productos de software incluidos
6.9	Formación

1.6.2 Guía que propone la IEEE 730-1998

1. Introducción
 - 1.1. Propósito
 - 1.2. Referencias
 - 1.3. Definiciones, acrónimos y abreviaturas
2. Visión del proyecto
3. Gestión
 - 3.1. Organización
 - 3.2. Tareas
 - 3.3. Responsabilidades
4. Documentación
5. Métricas
6. Estándares y guías
7. Plan de revisión y auditoría
 - 7.1. Tareas generales de revisión y auditoría
 - 7.2. Cronograma
 - 7.3. Organización y responsabilidades
 - 7.4. Resolución de problemas y actividades de corrección
 - 7.5. Herramientas, técnicas y metodologías
8. Pruebas y evaluación
9. Herramientas, técnicas y metodologías
10. Resolución de problemas y acciones de corrección

11. Gestión de configuración
12. Registros de calidad
13. Entrenamiento

1.6.3 Guía que propone la IEEE 730-2002

Esta guía es muy semejante a la de la IEEE 730-1998, solo tiene algunos cambios que son reflejados en la siguiente tabla:

Tabla 2 Comparación entre las guías

Elementos del Plan	1998	2002
Control de código	sí	no
Entrenamiento	Sí	no
Formación	no	Sí
Glosario	no	Sí
Procedimiento de cambio e historial del Plan de SQA	no	sí

1.7 Conclusiones

La necesidad de una guía para garantizar la calidad en el desarrollo de productos de software, ha conducido a la elaboración del capítulo que acaba de ser presentado, como referencia fundamental para el análisis de posibles soluciones que contribuyan a la elaboración de una guía para la elaboración y planificación de un Plan de Aseguramiento de la Calidad para el desarrollo de productos de software en los proyectos del Polo de Sistemas Geológicos.

El estudio del marco conceptual, que rodea al objeto de estudio que rige esta investigación, ha permitido que se tenga un conocimiento general de la situación actual bajo la cual se desarrolla el Plan de Aseguramiento de la Calidad en esta institución, la cual ha arrojado que existe una pobre o casi nula aplicación de las soluciones anteriormente mencionadas en la elaboración de los productos. Aunque las soluciones presentadas no se puedan adecuar íntegramente a las características particulares de los proyectos de software que se desarrollan en esta institución, la fusión de un conjunto de características de las mismas sí podría formar parte de la propuesta que será presentada en el próximo capítulo.

CAPITULO 2: Análisis y propuesta de una guía para la implementación y aplicación de un Plan de Aseguramiento de la Calidad. Polo de Sistemas Geológicos.

2.1 Introducción

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

La calidad del software es medible y varía de un sistema a otro o de un programa a otro. Un software hecho para ejecutarse una sola vez no requiere el mismo nivel de calidad; mientras que un producto de software para ser explotado durante un largo período (10 años o más), necesita ser confiable, mantenible y flexible para disminuir los costos de mantenimiento y perfeccionamiento durante el tiempo de explotación.

La calidad del software puede medirse después de elaborado el producto. Pero esto puede resultar muy costoso si se detectan problemas derivados de imperfecciones en el diseño, por lo que es imprescindible tener en cuenta tanto la obtención de la calidad como su control durante todas las etapas del ciclo de vida del software. Por lo que es necesario la utilización de un Plan de Aseguramiento de la Calidad y a su vez la utilización de una guía que ayude a desarrollar este plan para que el producto salga con la calidad requerida.

2.2 Organizaciones que han definido estándares para la Garantía de la Calidad

Existen varias organizaciones que han definido un grupo de estándares para la gestión de la calidad, dentro de las que se encuentra la ISO y la IEEE.

La Organización de Estandarización Internacional (ISO), ha definido una serie de estándares que son generalmente aplicables a todos los procesos de producción.

La ISO 9000 proporciona un conjunto de estándares para la gestión de la calidad en cualquier actividad relacionada con el proceso de producción. Cada vez más las empresas están a favor de crear un sistema

de calidad para supervisar todas las fases de sus procesos de producción. Es una red de los organismos nacionales de normalización de 157 países. ISO ha elaborado más de 17000 normas internacionales sobre una variedad de temas y 1100 nuevas normas de la ISO se publican cada año. En el **Anexo 8** se pueden observar los estados con comités miembros de la ISO("Normas ISO," 2008).

Un sistema de calidad define los requerimientos para el desarrollo de los procesos de una organización, algunas de las actividades llevadas a cabo por dicho sistema son:

- Auditoría de los proyectos para asegurar que los controles de calidad son respetados.
- Comprobar que ha mejorado la calidad del sistema.

Proporcionar al grupo de desarrollo una serie de guías como pueden ser nuevas notaciones, procedimientos y estándares. También se generarán documentos destinados a la dirección del grupo de desarrollo.

La ISO 9000 se ha especializado en todo lo referente a la solución del software en la ISO 9000-3, puesto que esta disciplina tiene características propias diferentes como para distinguirse del proceso de producción en general.

Lo que se pretende es proporcionar una visión de las ideas básicas que tiene el Estándar ISO 9000-3 para la producción de software.

Las ideas básicas que propone la ISO para el estándar 9000 -3 son las siguientes:

- El control de calidad debe ser aplicado a todas las fases de la producción de software, incluido el mantenimiento y tareas posteriores a su implantación.
- Debe existir una estricta colaboración entre la organización que adquiere el software y el proveedor del mismo.
- El proveedor del software debe definir su sistema de calidad y asegurarse que toda la organización ponga en práctica este sistema

Es importante resaltar que en la ISO 9000-3 trata el concepto de ciclo de vida, pero en ningún momento pretende imponer la utilización de un determinado ciclo como puede ser el ciclo en espiral de Boeh. Pero a parte del ciclo de vida que se elija, el ISO 9000-3 introduce otras actividades que tienen lugar de forma

independiente a las fases del ciclo y que son las actividades referentes a la configuración y distingue entre la verificación y validación.

Además la ISO 9000-3 es utilizada en relaciones contractuales cuando comprador y proveedor establecen que algunos elementos de calidad deben formar parte del sistema de calidad que proporciona el proveedor y que este se compromete a seguir los principios de calidad definidos en el estándar como propone.

Este estándar se encuentra dentro de la familia ISO-9000 de estándares para Sistemas de Calidad, debido a que las actividades llevadas a cabo en estos Sistemas son comparables y perfectamente aplicables para el desarrollo de Software de alta calidad.

Se puede considerar que las relaciones más significativas y directas que mantiene el estándar ISO 9000-3, son las que lo relacionan con el ISO 9001 y con la IEEE de la cual se habló en el capítulo anterior.

2.3 Análisis comparativo de las guías existentes.

En los inicios de la investigación se encontraron tres guías para la implementación de un Plan de Aseguramiento de la Calidad, estas fueron: la 9000-3, la IEEE 730-1998 y la IEEE-2002, tras la exhaustiva investigación que se realizó de estas guías se llegó a la conclusión de que la IEEE-1998 es la más adecuada para aplicar en el Polo de Sistemas Geológicos debido a las siguientes razones:

La estrategia seguida por la 9000-3 es ampliar la parte de diseño de la 9001 y no establece un puente entre la ingeniería de software y la gestión de software mientras que el estándar IEEE 730 si lo hace, el cual recomienda unos requerimientos para llevar a cabo un Plan de Garantía de Calidad asociado a un proyecto de software. Cabe señalar, que mientras que la ISO 9000-3 está pensada para ser aplicada en toda una organización, la IEE 730 es aplicada a un único proyecto dentro de esa organización, a esta conclusión se llegó luego de un análisis de las cláusulas que plantean cada uno de los estándares mencionados.

La primera cláusula del estándar ISO 9000-3 referida a la Administración de la Responsabilidad: Esta cláusula permite organizar la estructura del sistema de calidad, abordando la estrategia y organización,

como requerimientos para verificar y revisar la calidad. Esta tarea, organizar la estructura del sistema de calidad, obviamente corresponde a una organización y ya la Universidad lo ha realizado.

Otra de las cláusulas, en este caso, la Especificación de los requerimientos de la Organización: Se establece la premisa, de la mutua colaboración entre el proveedor y la organización que adquiere el producto software, al igual que argumentada anteriormente es una tarea propia de la organización.

Con estas breves razones se consideró suficiente para descartar la utilización de este estándar en el aseguramiento de la calidad de un proyecto, por lo que se analizó entonces el contenido que plantea el IEEE 730.

Después de investigar acerca del uso del estándar IEEE 730, se llegó a la conclusión de que es el que se va a proponer, una de las razones de mayor peso para tomar la decisión es que la metodología RUP, que es la utilizada en la mayoría de los proyectos de La Universidad recomienda la utilización de este estándar. También los expedientes de proyecto que utiliza La Universidad están basados en los estándares de la IEEE.

La diferencia que existe entre la versión de 1998 y 2002, es la forma en la que se organizan las cláusulas, es decir, que tienen la misma consistencia.

Luego en el transcurso de la investigación, la dirección de Calidad UCI estableció una primera versión del Plan que coincidió con la que se había propuesto, por lo que el **Plan de Aseguramiento de la Calidad** que utiliza la Universidad de las Ciencias Informáticas está basado en el de la IEEE 730-1998.

El estándar que plantea la IEEE 730-1998 para el Plan de Aseguramiento de la Calidad es:

- 1- Introducción
 - 1.1 Alcance
 - 1.2 Definiciones, Acrónimos y abreviaturas
 - 1.3 Referencias
 - 1.4 Resumen
- 2- Objetivos de Calidad
- 3- Gestión
 - 3.1 Organización
 - 3.2 Tareas y Responsabilidades
- 4- Documentación

- 5- Métricas
- 6- Estándares y Guías
- 7- Plan de Revisiones y Auditorías
 - 7.1 Tareas generales de Revisiones y Auditorías
 - 7.2 Cronograma
 - 7.3 Organización y Responsabilidades
 - 7.4 Resolución de problemas y actividades de corrección
 - 7-5 Herramientas, técnicas y metodologías
- 8- Pruebas y evaluación
- 9- Herramientas, técnicas y Metodologías
- 10- Resolución de Problema y Acción Correctiva
- 11- Gestión de Configuración
- 12- Registros de Calidad
- 13- Entrenamiento

2.3.1 Revisiones y auditorías que se realizan en la UCI

En la UCI el tipo de revisión que se lleva a cabo es la revisión técnica formal y la auditoría que se realiza es la interna.

2.3.1.1 Revisión Técnico- Formal

Una revisión técnica formal (RTF) es una actividad de Garantía de Calidad del software llevada a cabo por los ingenieros del software (y otros). El objetivo principal de las revisiones técnicas formales es encontrar errores durante el proceso, de esta forma se evita que se conviertan en defectos después de la entrega del software. El beneficio obvio de estas revisiones técnicas formales es el descubrimiento de errores al principio para que no se propaguen al paso siguiente del proceso del software.

Una serie de estudios (TRW, Nippon Electric y Mitre Corp., entre otros) indican que las actividades del diseño introducen entre el 50 al 65 por ciento de todos los errores (y en último lugar, todos los defectos) durante el proceso del software. Sin embargo, se ha demostrado que las revisiones técnicas formales son efectivas en un 75 por 100 a la hora de detectar. Con la detección y la eliminación de un gran porcentaje de errores, el proceso de revisión reduce substancialmente el coste de los pasos siguientes

en las fases de desarrollo y de mantenimiento. Para llevar a cabo revisiones, el equipo de desarrollo debe dedicar tiempo y esfuerzo.

Los objetivos de la RTF son:

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

Además, la RTF sirve como campo de entrenamiento, permitiendo que los ingenieros más jóvenes puedan observar los diferentes enfoques de análisis, diseño e implementación del software. La RTF también sirve para promover la seguridad y la continuidad, ya que varias personas se familiarizarán con partes del software que, de otro modo, no hubieran visto nunca.

La RTF es realmente una clase de revisión que incluye recorridos, inspecciones, revisiones cíclicas y otro pequeño grupo de evaluaciones técnicas del software. Cada RTF se lleva a cabo mediante una reunión y solo tendrá éxito si es bien planificada, controlada y atendida.

Cada RTF se centra en una parte específica del software total en lugar de intentar revisar un diseño completo, se hacen inspecciones para cada módulo (componente) o pequeño grupo de módulos. Al limitar el centro de atención de la RTF, la probabilidad de descubrir errores es mayor.

El centro de atención de la RTF es un producto de trabajo (por ejemplo, una porción de una especificación de requisitos, un diseño detallado del módulo, un listado del código fuente de un módulo). El individuo que ha desarrollado el producto *-el productor-* informa al jefe del proyecto de que el producto este terminado y que se requiere una revisión. El jefe del proyecto contacta con un *jefe de revisión*, que evalúa la disponibilidad del producto, genera copias del material del producto y las distribuye a dos o tres revisores para que se preparen por adelantado. Cada revisor estará entre una y dos horas revisando el producto, tomando notas y también familiarizándose con el trabajo. De forma concurrente, también el jefe de revisión revisa el producto y establece una agenda para la reunión de revisión que, normalmente, queda convocada para el día siguiente. **(4)**

2.3.1.1.1 La reunión de revisión

Independientemente del formato que se elija para la RTF, cualquier reunión de revisión debe acogerse a las siguientes restricciones:

- Deben convocarse para la revisión (normalmente) entre tres y cinco personas
- Se debe preparar por adelantado, pero sin que requiera más de dos horas de trabajo a cada persona
- La duración de la reunión de revisión debe ser de dos horas o menos.

Al final de la revisión, todos los participantes en la RTF deben decidir si:

- Aceptan el producto sin posteriores modificaciones.
- Rechazan el producto debido a los serios errores encontrados (una vez corregidos, ha de hacerse otra revisión)
- Aceptan el producto provisionalmente (se han encontrado errores menores que deben ser corregidos pero sin necesidad de otra posterior revisión).

Una vez tomada la decisión, todos los participantes terminan firmando, indicando así que han participado en la revisión y que están de acuerdo con las conclusiones del equipo de revisión.

2.3.1.1.2 Registro e informe de revisión

Durante la RTF, uno de los revisores (el registrador) procede a registrar todos los errores que vayan surgiendo. Al final de la reunión de revisión, resume todos los errores y genera una lista de sucesos de revisión. Además, prepara un informe sumario de la revisión técnica formal. El informe sumario de revisión responde a tres preguntas:

1. ¿Qué fue revisado?
2. ¿Quién lo revisó?
3. ¿Qué se descubrió y cuáles son las conclusiones?

El informe sumario de revisión es una página simple (con posibles suplementos). Se adjunta al registro histórico del proyecto y puede ser enviada al jefe del proyecto y a otras partes interesadas.

La lista de sucesos de revisión sirve para dos propósitos:

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

Normalmente se adjunta una lista de conclusiones al informe sumario. Es importante establecer un procedimiento de seguimiento que asegure que los puntos de la lista de sucesos son corregidos adecuadamente. A menos que se haga así, es posible que los errores surgidos no sean detectados. Un enfoque consiste en asignar la responsabilidad del seguimiento al revisor jefe.

2.3.1.1.3 Directrices para la revisión

Se deben establecer de antemano, directrices para conducir las revisiones técnicas formales, distribuyéndolas después entre los revisores, para ser consensuadas y finalmente, seguidas. A menudo, una revisión incontrolada puede ser peor que no hacer ningún tipo de revisión. A continuación se muestra un conjunto mínimo de directrices para las revisiones técnicas formales:

1. **Revisar el producto, no al productor.** Una RTF involucra gente y egos. Conducida adecuadamente, la RTF debe llevar a todos los participantes a un sentimiento agradable de estar cumpliendo su deber. Si se lleva a cabo incorrectamente, la RTF puede tomar el aura de inquisición. Se deben señalar los errores educadamente; el tono de la reunión debe ser distendido y constructivo; no debe intentarse dificultar o batallar. El jefe de revisión debe moderar la reunión para garantizar que se mantiene un tono y una actitud adecuados y debe inmediatamente cortar cualquier revisión que haya escapado al control.
2. **Fijar una agenda y mantenerla.** Un mal de las reuniones de todo tipo es la *deriva*. La RTF debe seguir un plan de trabajo concreto. El jefe de revisión es el que carga con la responsabilidad de mantener el plan de la reunión y no debe tener miedo de cortar a la gente cuando se empieza a divagar.

3. **Limitar el debate y las impugnaciones.** Cuando un revisor ponga de manifiesto un error, podrá no haber unanimidad sobre su impacto. En lugar de perder el tiempo debatiendo la cuestión, debe registrarse el hecho y dejar que la cuestión se lleve a cabo en otro momento.
4. **Enunciar áreas de problemas,** pero no intentar resolver cualquier problema que se ponga de manifiesto. Una revisión no es una sesión de resolución de problemas.

A menudo, la resolución de los problemas puede ser encargada al productor por sí solo o con la ayuda de otra persona. La resolución de los problemas debe ser pospuesta para después de la reunión de revisión.

5. **Tomar notas escritas.** A veces es buena idea que el registrador tome las notas en una pizarra, de forma que las declaraciones o la asignación de prioridades pueda ser comprobada por el resto de los revisores, a medida que se va registrando la información
6. **Limitar el número de participantes e insistir en la preparación anticipada.** Dos personas son mejores que una, pero catorce no son necesariamente mejores que cuatro. Se ha de mantener el número de participantes en el mínimo necesario. Además, todos los miembros del equipo de revisión deben prepararse por anticipado. El jefe de revisión debe solicitar comentarios (que muestren que cada revisor ha revisado el material).
7. **Desarrollar una lista de comprobación para cada producto que deba de ser revisado.** Una lista de comprobaciones ayuda al jefe de revisión a estructurar la reunión de RTF y ayuda a cada revisor a centrarse en los asuntos importantes. Se deben desarrollar listas de comprobaciones para los documentos de análisis, de diseño, de codificación e incluso de prueba.
8. **Disponer recursos y una agenda para las RTF.** Para que las revisiones sean efectivas, se deben planificar como una tarea del proceso de ingeniería del software. Además se debe trazar un plan de actuación para las modificaciones inevitables que aparecen como resultado de una RTF.

- 9. Llevar a cabo un buen entrenamiento de todos los revisores.** Por razones de efectividad, todos los participantes en la revisión deben recibir algún entrenamiento formal. El entrenamiento se debe basar en los aspectos relacionados con el proceso, así como las consideraciones de psicología humana que atañen a la revisión. Freedman y Weinberg estiman en un mes la curva de aprendizaje para cada veinte personas que vayan a participar de forma efectiva en las revisiones.
- 10. Repasar las revisiones anteriores.** Las sesiones de información pueden ser beneficiosas para descubrir problemas en el propio proceso de revisión. El primer producto que se haya revisado puede establecer las propias directivas de revisión.

Resultados

El material obtenido de la revisión es:

- Lista de sucesos de revisión: Identifica las áreas problemáticas dentro del producto y sirve como guía para la corrección de errores por parte del productor.
- Informe sumarial de revisión: Recoge el producto que se ha revisado, los revisores y los problemas detectados, así como las conclusiones finales. **(15)**

2.3.1.2 Auditoría Interna

La auditoría interna es una función al servicio de la gestión y de apoyo a toda la organización, con una creciente responsabilidad social, sensible al riesgo del negocio, que busca sistemáticamente evaluar la eficacia de los procesos de gestión de riesgo y los controles más adecuados para minimizar los riesgos.

En un contexto como el actual, donde las empresas se enfrentan a un entorno cada vez más competitivo, con más desafíos y con una sociedad cada vez más preocupada por la actividad económica, la auditoría interna tiene ante sí un horizonte con unas amplias posibilidades de actuación. En este sentido el ámbito de la calidad en todas sus dimensiones es un campo en el que la auditoría interna puede ofrecer a la empresa una aportación valiosa en su gestión.

El objetivo principal es ayudar a la dirección en el cumplimiento de sus funciones y responsabilidades, proporcionándole análisis objetivos, evaluaciones, recomendaciones y todo tipo de comentarios pertinentes sobre las operaciones examinadas. Este objetivo se cumple a través de otros más específicos como los siguientes:

1. Verificar la confiabilidad o grado de razonabilidad de la información contable y extracontable, generada en los diferentes niveles de la organización.
2. Vigilar el buen funcionamiento del sistema de control interno (lo cual implica su relevamiento y evaluación), tanto el sistema de control interno contable como el operativo. (16)

La función de la auditoría interna se desarrolla en paralelo a la importancia que la calidad adquiere en las organizaciones, en la medida en que tiene que hacer frente a nuevos retos y a nuevas competencias y capacitaciones aplicadas al área de calidad. En la misma medida las necesidades internas de desarrollar, implementar, controlar y mejorar adecuados sistemas de gestión de calidad han propiciado que la auditoría interna deba esforzarse en ponerse a la altura de las exigencias de la gestión de calidad. El enfoque actual de la auditoría y su papel en las organizaciones, es el resultado de la propia evaluación de estas. Estas nuevas responsabilidades atribuibles a la auditoría interna no son simplemente resultado de ese consenso asumido de que a de estar al servicio de la organización. El propio entorno ha propiciado el fortalecimiento en estos momentos de dicha función.

2.3.1.2.1 Tareas a ejecutar en la auditoría interna

Generales

- Comprobar el cumplimiento de los sistemas de control interno en vigor y sus adecuaciones autorizadas, así como de aquellos que por las características propias de la entidad haya sido necesario establecer, determinando su calidad, eficiencia y fiabilidad, así como la observancia de los principios generales en que se fundamentan.
- Verificar el cumplimiento de las normas de contabilidad y de las adecuaciones, que para la entidad, hayan sido establecidas, a partir del clasificador de cuenta en vigor.

- Comprobar la calidad y oportunidad del flujo informativo contable y financiero, y observar el cumplimiento de las funciones, autoridad y responsabilidad, en cada caso en que estén involucrados movimiento de recursos.
- Verificar la calidad, fiabilidad y oportunidad de la información contable-financiera que rinde la entidad, realizando los análisis correspondientes de los indicadores económicos fundamentales.
- Comprobar el cumplimiento de la legislación económico-financiera vigente.
- Comprobar el cumplimiento de normas de todo tipo, resoluciones, circulares, instrucciones, etc. emitidas tanto internamente, como por los niveles superiores de la economía y el Estado.
- Verificar la calidad, eficiencia y confiabilidad de los sistemas de procesamiento electrónico de la información, con énfasis en el Aseguramiento de la Calidad de su control interno y validación.
- Analizar mediante la aplicación de las diferentes técnicas de Auditoría la gestión empresarial, con el objetivo de determinar su economía, eficiencia y eficacia. (17)

Específicas:

- Realizar conteos físicos sorpresivos de forma periódica a los inventarios y activos fijos y otros valores de la entidad, y verificar su compatibilidad con los controles establecidos y la cuenta contable correspondiente.
- Efectuar arqueos de caja sorpresivos de forma periódica, y verificar su compatibilidad con los controles establecidos, su movimiento y la cuenta contable correspondiente.
- Comprobar el saldo de las cuentas bancarias, y verificar su movimiento y compatibilidad con los controles establecidos y la cuenta control.
- Comprobar el saldo de las cuentas de pasivo y su movimiento.
- Comprobar las operaciones de nóminas, su calidad y control, así como presenciar su pago físico.

- Verificar los ingresos producidos en la entidad y su cobro en tiempo y forma, de acuerdo con lo establecido, y su compatibilidad con las correspondientes cuenta control.
- Comprobar la racionalidad de los cargos efectuados a las cuentas correspondientes a gastos de todo tipo, su nivel de autorización, analizando las desviaciones de importancia.
- Estudiar y evaluar el cumplimiento de los sistemas de costo establecidos.
- Verificar el cumplimiento de las cuentas de Patrimonio, evaluando la corrección y autorización de las operaciones.
- Comprobar la calidad y fiabilidad de los registros y libros de contabilidad de acuerdo con los principios generales de control interno.
- Analizar el cumplimiento correcto de los aportes al fisco, en tiempo y en los plazos establecidos. (17)

En definitiva el objetivo de la auditoría interna del sistema de calidad tiene por objetivo el conocimiento del grado de cumplimiento o adecuación de los procesos que configuran el Sistema de Calidad.

2.4 Guía propuesta para aplicar un Plan de Aseguramiento de la Calidad.

En este epígrafe se hará la propuesta de una guía que va a ser de utilidad a la hora de aplicar un Plan de Aseguramiento de la Calidad en el Polo de Sistemas Geológicos.

Esta guía es de gran importancia para desarrollar o implementar un Plan de Garantía de Calidad en un proyecto, esta tarea es propia del personal de Garantía de Calidad; para iniciar la puesta en práctica de procedimientos de Garantía de Calidad en un proyecto, esta tarea es propia de los jefes de proyecto; y para evaluar o especificar un Plan de Garantía de Calidad, esta tarea es propia de compradores o usuarios.

A continuación se enumeran los aspectos del Plan y se explicará lo que se debe hacer en cada uno de sus aspectos:

1. Introducción

En esta sección se delimita el propósito y alcance del Plan. Para ello se deben listar los nombres de todos los productos software a los que involucra el Plan y hacer un resumen de los aspectos que contempla el mismo.

Al rellenar esta sección, debería darse respuesta a las siguientes cuestiones:

- ¿Cuáles son los productos software cubiertos por este Plan?
- ¿Para qué se va a utilizar el software cubierto por este Plan? ¿Es un software crítico? ¿Es parte de un sistema más grande? y en este caso ¿de qué forma se relaciona con dicho sistema?
- ¿Por qué se está escribiendo este Plan? ¿Responde a un requisito externo o interno? ¿Por qué es este Plan necesario?
- ¿En qué documentos (estándares o guías) se basa este Plan? ¿En qué medida?
- ¿Cómo se justifican las desviaciones sobre los documentos mencionados?
- Ofrecer definiciones, acrónimos y abreviaturas utilizadas en el documento.

2. Objetivos de Calidad

Se deben incluir los requerimientos de proyecto que están alineados con los requerimientos de calidad.

3. Gestión

Aquí se describe la Organización, Tareas y Responsabilidades.

3.1. Organización

Aquí se describe la estructura organizativa, cada uno de los responsables de la organización, y la delegación de responsabilidades, en la medida en que esto influye en la calidad del software.

Se deben describir claramente las dependencias organizativas y funcionales entre los responsables de la Garantía de Calidad y los responsables del desarrollo.

Los responsables de las funciones de Garantía de Calidad pueden ser:

- Desarrolladores con un conocimiento especial de las técnicas y herramientas de Garantía de Calidad.
- Un elemento dedicado a Garantía de Calidad que dé servicio a varios proyectos.
- Un conjunto de elementos organizativos separados, cada uno de los cuales implementa ciertas funciones de Garantía de Calidad.

En el estándar no se impone ningún tipo de estructura organizativa.

En cualquier caso, se deben describir las interrelaciones entre los elementos responsables de las funciones de Garantía de Calidad y otros elementos.

Se debería incluir una representación gráfica de la estructura organizativa y una explicación textual que debería incluir:

- Una descripción de cada elemento que interactúe con elementos de GC.
- Responsabilidades delegadas en cada uno de los elementos que interactúan.
- A quién o quiénes informan cada uno de los elementos que interactúan.
- Identificación de aquel elemento organizativo con autoridad en la liberación de versiones de productos.
- Identificación de aquel elemento organizativo que aprobará el Plan.
- El método que se utilizará para resolver conflictos entre los elementos.

También se podría incluir una explicación de posibles desviaciones respecto a las políticas, procedimientos o estándares de GC que se aplican en La Universidad.

De manera específica para los proyectos del Polo SG, se propone una nueva estructura organizativa con el objetivo de lograr una mayor eficiencia, basada en el contacto directo y constante con la actividad productiva, es decir, un equipo dedicado a la calidad que funcione a nivel de proyecto. De esta manera se considera que se eleve el nivel de calidad de los productos ya que este equipo estará más empapado en el proyecto y en su proceso de desarrollo.

Este equipo estará conformado por un jefe de calidad que será el principal responsable de gestionar y planificar las actividades de Garantía de la Calidad, además de velar por su cumplimiento; y tres revisores de calidad que apoyarán la labor del principal responsable y serán los encargados de llevar a cabo las actividades planificadas, esta estructura tiene una gran importancia porque disminuye potencialmente los errores y cuando el producto sea entregado a los especialistas de calidad del Polo

para la revisión, los errores van a estar más depurados y a la hora de entrega del producto el mismo cumpla con los requisitos establecidos.

3.2 Tareas

Aquí se describen aquellas tareas asociadas con la porción del ciclo de vida que cubre el Plan, poniendo más énfasis en las actividades de GC. También se indicará la secuencia de dichas tareas.

Las tareas básicas que se incluirán en este punto son las que se describen en las secciones 4 a 13 del Plan, si son aplicables. Se debe explicar cualquier omisión o desviación respecto a alguna de las tareas especificadas en el estándar.

Para cada tarea se debe describir sus criterios de entrada y de salida, es decir, qué se necesita para iniciar la tarea y cuáles son sus salidas. Las salidas se definirán de tal forma que sea posible determinar de una forma objetiva, según un procedimiento establecido, si la salida se ha completado o no.

3.3. Responsabilidades

Aquí se identifican los elementos organizativos responsables de cada tarea.

En esta sección se designa también al personal responsable de la publicación, distribución, mantenimiento e implementación del PSQA.

4. Documentación

En esta sección se describe toda la documentación que se va a generar durante el proceso de desarrollo.

4.1. Propósito

Aquí se identifica toda la documentación que dirige el desarrollo, verificación y validación, mantenimiento y uso del software.

También se describirá la revisión o auditoría que se utilizará para determinar la adecuación de cada uno de estos documentos.

4.2. Requisitos mínimos de documentación

La documentación mínima que exige el estándar para asegurar que la implementación del software satisface los requisitos técnicos es la siguiente:

- Especificación de Requisitos Software
- Descripción del Diseño del Software
- Plan de Verificación y Validación
- Informe de Verificación y Validación
- Documentación de Usuario
- Plan de Gestión de la Configuración del Software.

4.2.1. Descripción de requisitos software

Es la ERS, idealmente redactada según IEEE Std. 830-1998.

4.2.2. Descripción de diseño software

Describe la estructuración del software para cumplir con los requisitos de la ERS.

Debe describir los componentes y subcomponentes del diseño del software.

Idealmente redactado según IEEE Std. 1016-1998, *IEEE Recommended Practice for Software Design Descriptions (Práctica Recomendada para las Descripciones de Diseño del Software)*

4.2.3. Planes de validación y verificación

Estos planes se utilizan para determinar si el producto software desarrollado se ajusta a sus requisitos, y si cumple con las expectativas del usuario.

Idealmente redactado según los estándares:

- IEEE Std. 829-1998 *for Software Test Documentation (Documentación de Prueba del Software)*
- IEEE Std. 1008-1997 *IEEE for Software Unit Testing (Pruebas de Unidad del Software)*
- IEEE Std. 1012-1998 *for Software Validation and Verification (Validación y Verificación del Software)*

4.2.4. Informe de resultados de verificación e informe de resultados de validación

Describen los resultados de las actividades de verificación y planificación del software, llevadas a cabo según los planes descritos en el punto anterior.

4.2.5. Documentación de usuario

La documentación de usuario guía al usuario en la instalación, operación, gestión y mantenimiento de los productos software.

Debería describir las entradas y salidas, así como los mensajes de error.

Idealmente redactado según IEEE Std. 1063-1987 *for Software User Documentation (Documentación de Usuario de Software)*

4.2.6. Plan de gestión de la configuración de software

Describe el proceso de gestión de configuración de software.

Idealmente redactado según IEEE Std. 828-1998 *for Software Configuration Management Plans (Planes de Gestión de la Configuración de Software)*.

4.3. Otra documentación

Identifica otros documentos necesarios durante el proceso de desarrollo, tales como:

- Plan del Proceso de Desarrollo.
- Descripción de estándares de desarrollo de software.
- Descripción de métodos, procedimientos, herramientas de IS.
- Plan de Gestión del Proyecto de Software (idealmente según IEEE Std. 1058).
- Plan de Mantenimiento (idealmente según IEEE Std. 1219-1998).
- Planes de Seguridad del Software (idealmente según IEEE Std. 1228-1994).
- Plan de Integración del Software.

5. Métricas

En esta sección se hace referencia al Plan de Mediciones, donde se describe todo el proceso de métricas que se llevará a cabo, es decir, las métricas del producto, del proyecto y del proceso a ser capturadas y monitoreadas. Idealmente redactado según el estándar IEEE Std. 1219-1998 *for Software Maintenance* e IEEE Std. 1228-1994 *for Software Safety Plans*).

6. Estándares y Guías

Aquí se identifican todos los estándares y guías que se van a aplicar. Un mínimo de ellos que recomienda el estándar IEEE 730-2002 son:

- Estándares de documentación.
- Estándares de diseño.
- Estándares de codificación.
- Estándares de comentarios.
- Prácticas y estándares de prueba.

7. Plan de Revisiones y Auditorías

Idealmente redactado según el estándar IEEE Std. 1028-1997 for Reviews and Audits (Revisiones y Auditorías)

7.1 Tareas generales de Revisiones y Auditorías

En esta sección se describen cada tipo de revisión y auditorías que se llevará a cabo en el proyecto, identificando. Para cada tipo se debe identificar los artefactos del proyecto que serán asunto de la revisión o auditoría.

De los cinco tipos de revisiones técnico-formales existentes, en La Universidad se aplican solo dos: las revisiones técnicas y las auditorías internas.

7.2 Cronograma

Para la ejecución de este plan se debe realizar un cronograma, el cual consiste en asignarle una fecha de realización a cada revisión o auditoría programada. Para ello se recomienda elaborar un típico diagrama de Gantt, en el cual se debe reflejar la secuencia de actividades fundamentales del proceso de desarrollo, incluyendo las revisiones que se hayan considerado realizar y la fecha de inicio y fin de cada actividad.

¿En qué momento se debe realizar una revisión? De forma general se recomienda realizar revisiones periódicamente ajustándose siempre al Plan de Desarrollo de Software y a la metodología que se esté aplicando. Se deben realizar previamente a la entrega de cualquier entregable y también si el equipo de desarrollo o algún agente externo lo solicita.

Específicamente para los proyectos del Polo SG, que hacen uso de la metodología RUP, este cronograma debe ajustarse al Plan de Iteraciones, se recomienda realizarlas después de cada iteración del proceso, ya que en cada una de ellas se obtiene una nueva versión del producto, que debe encontrarse libre de defectos para que los mismos no sean arrastrados a las próximas iteraciones, también se deben realizar al concluir cada fase de desarrollo para comprobar el cumplimiento del hito correspondiente.

7.3 Organización y Responsabilidades

Se deben listar los grupos específicos o individuos a ser involucrados en cada una de las actividades de revisión y auditoría identificadas; y se deben describir brevemente las tareas y responsabilidades de cada uno. Para un mejor funcionamiento y obtención de calidad se propone que el equipo de calidad del proyecto sea quien realice las revisiones sin importar que después el grupo de calidad de la facultad y el de la universidad también las realicen, pues nadie como los miembros del polo para conocer los proyectos y los productos a profundidad, y empeñarse en estas actividades contado con todo el tiempo de desarrollo requerido en dichos proyectos. Para ello se recomienda que los grupos de calidad de la facultad y de la UCI impartan cursos de capacitación.

Se propone hacer uso de la siguiente tabla para planificar las actividades.

Tabla 3 Planificación de actividades

No. de Revisión	Tipo	Tarea	Descripción	Responsable

7.4. Resolución de problemas y actividades de corrección

En este punto se describen los procedimientos para informar y manejar problemas identificados durante las revisiones y auditorías del proyecto. El Plan de Resolución de Problemas puede ser referenciado.

7.5. Herramientas, técnicas y Metodologías

En este último punto se describen las herramientas, técnicas y metodologías específicas que serán usadas para llevar a cabo las actividades de revisión y de auditoría identificadas en este plan. Se debe describir detalladamente el procedimiento a ser seguido para cada tipo de revisión o auditoría. Deben describirse las listas de chequeo a utilizar en cada revisión y los atributos de calidad que serán abordados en cada una de ellas.

NOTAS:

[Un grupo de revisiones y auditorías sugeridas a usar como base para la planificación 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
- Auditoría de la configuración física
- 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).
- Revisiones de gestión.
- Revisión del Plan de Verificación y Validación.

Se podrían planificar otras revisiones, como por ejemplo, la Revisión de la documentación de usuario.

Revisión de los requerimientos: Su objetivo es asegurar la adecuación, factibilidad técnica y completitud de los requisitos incluidos en la Especificación de Requisitos Software. Debe evaluar la ERS para ver si cumple los atributos que detalla el estándar IEEE 830-1997.

Revisión de la arquitectura: Su objetivo es asegurar la adecuación del diseño preliminar tal y como aparece en una versión preliminar de la Descripción de Diseño del Software, antes de comenzar con el diseño detallado.

Revisión del Diseño: Su objetivo es asegurar la adecuación del diseño detallado tal y como aparece en la versión final de la Descripción de Diseño del Software, antes de comenzar con la codificación.

Auditoría de la configuración funcional: Esta auditoría se lleva a cabo antes de la entrega del software para comprobar que se han satisfecho todos los requisitos especificados en la ERS.

Auditoría de la configuración física: Esta auditoría se lleva a cabo para comprobar que el software y su documentación son consistentes internamente y están listos para su entrega. Para ello se compara el código con su documentación de apoyo.

Revisión del Plan de Verificación y Validación: Su objetivo es evaluar la adecuación y completitud de los métodos de Verificación y Validación definidos en el PVV.

Revisiones de gestión: Estas auditorías se llevan a cabo periódicamente para valorar la ejecución de este Plan.

Pueden utilizar la siguiente tabla para hacer corresponder las actividades de las revisiones con el plan de desarrollo del proyecto:

Tabla 4 Correspondencia de las revisiones con el plan de desarrollo

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

Pasos para realizar revisiones:

En primer lugar se seleccionan los revisores de forma que se cubran todos los ámbitos (futuro mantenimiento, ajuste a los estándares de la organización, usuarios y corrección y calidad del producto).

A partir de aquí, los pasos que se siguen son:

1. El equipo de desarrollo, el jefe del Polo o algún agente externo al Polo solicita una revisión al jefe del proyecto.

2. El jefe de proyecto contacta con el jefe de revisión que:
 - Evalúa la disponibilidad del producto,
 - Genera copias del material del producto y
 - Las distribuye a dos o tres revisores.
3. Los revisores y el jefe de revisión revisan el producto (una o dos horas). El jefe de revisión elabora una agenda para la reunión.
4. Se reúnen, el jefe de revisión, los revisores (uno actuará como secretario) y el jefe de equipo de desarrolladores (en el caso de los proyectos del Polo SG debe ser el jefe de módulo).
 - La RTF comienza con una explicación de la agenda (jefe de revisión) y una breve introducción (desarrollador).
 - Posteriormente se discuten los errores que cada revisor ha encontrado. El secretario tomará las notas oportunas.
 - La duración de la reunión debe ser inferior a dos horas.
5. Al final decidirán si:
 - Aceptan el producto (no se hacen modificaciones).
 - Rechazan el producto (existen errores graves).
 - Aceptan el producto modificándolo (corregir errores).
6. Todos los revisores firman la conformidad de los resultados de la revisión.

Pasos para realizar auditorías:

1. Se fija la fecha con el jefe del proyecto.
2. Se fija la fecha de entrega de los documentos a los auditores, en caso de que la auditoría sea interna del proyecto, sería al especialista de calidad del proyecto o en caso contrario, quiere decir que la vallan a realizar los especialistas del Polo o cualquier personal externo, se le hace una entrega previa del documento.
3. Se realiza la revisión de los documentos por los auditores.
4. Entrevista de los auditores con el grupo de desarrollo al que le están haciendo la auditoría.

5. Reunión para dar informes parciales con el jefe del equipo de desarrollo, jefe de proyecto y auditores.
6. Reunión de cierre con jefe de proyecto.

8. Pruebas y Evaluación

Se hace referencia al plan de pruebas.

9. Herramientas, Técnicas y Metodologías

En esta sección se identifican todas las herramientas, técnicas y metodologías que se van a utilizar en el desarrollo y que apoyan la Garantía de Calidad, se hace constar su propósito y se describe su uso.

Entre otras herramientas se deben tener en cuenta las de:

- Lenguaje de programación
- Entorno Integrado de Desarrollo (IDE)
- Sistema Gestor de Bases de Datos
- Sistema Operativo
- Sistema de Control de Versiones
- Sistema de Gestión Documental
- Herramienta de Modelado
- Herramienta de Gestión de Proyecto
- Estándares de Información
- Sistema para Seguimiento de Errores
- Framework o Componentes

Algunas de las técnicas que pueden ayudar a la evaluación o mejora de la calidad son:

- Estándares
- Inspecciones
- Verificación de requisitos y diseño
- Traza de requisitos
- Valoraciones y medidas de fiabilidad

- Análisis lógicos formales o rigurosos.

Las metodologías de Garantía de Calidad serán conjuntos integrados de técnicas, conformado por las mencionadas.

10. Resolución de Problema y Acción Correctiva

Esta sección referencia el Plan de Resolución de Problemas.

Aquí se describen las prácticas y procedimientos que se van a utilizar para la notificación, seguimiento y resolución de problemas software, así como las responsabilidades organizativas.

El propósito de un sistema de Gestión de Problemas y Acciones Correctivas es:

- Asegurar que todos los problemas se documentan, se corrigen y no caigan en el olvido.
- Asegurar que se evalúe la validez de los informes de problemas.
- Realimentar al desarrollador y al usuario sobre el estado de los problemas.
- Proporcionar datos para medir y predecir la calidad y fiabilidad del software.

11. Gestión de Configuración

Se referencia el Plan de Gestión de Configuración.

12. Registros de Calidad

En esta sección se identifica aquella documentación que se debe retener, y se especifican los métodos y facilidades que se utilizarán para recolectar, proteger y mantener esta documentación. También se especificará el periodo de retención para cada tipo de registro.

Se puede registrar no sólo documentación, sino también los medios físicos que contienen las versiones de los programas y los materiales utilizados en las pruebas, para asegurar la repetitividad de los test en el futuro.

13. Entrenamiento

Listado de las actividades de entrenamiento que se necesitan para que el equipo de proyecto ejecute las actividades del Plan de Aseguramiento de la Calidad.

¿Cómo Implementar un Plan de Garantía de Calidad?

Hay varios aspectos imprescindibles para implementar con éxito un PSQA para un proyecto específico:

1. Que sea aceptado por la dirección:

-Esta aceptación debe incluir el compromiso de facilitar los recursos necesarios para implementar las actividades de GC.

2. Que sea aceptado por el personal de desarrollo

3. Que se planifique la implementación del PSQA.

- Identificando los recursos necesarios: personal, equipamiento, facilidades y herramientas.

- Programando su implementación.

- Valorando los riesgos.

4. Entrenamiento del personal encargado de implementar el PSQA.

5. Distribución adecuada del PSQA.

6. Ejecución del PSQA.

Una vez distribuido, los elementos de GC deben asegurarse de que todas las tareas documentadas en el PSQA se ejecutan correctamente. Los documentos de trabajo asociados a las revisiones y auditorías serán evidencia suficiente de que todos los pasos del PSQA se han ejecutado y revisado.

Conclusiones

A través del desarrollo de la investigación realizada se obtuvieron resultados muy importantes acerca del Aseguramiento de la Calidad, se realizó un análisis de los estándares existentes, el cual arrojó que el idóneo para asegurar la calidad de un proyecto es el IEEE 730-1998. Basados en este estándar fue posible entonces elaborar una guía para la planificación del Aseguramiento de la Calidad en los proyectos productivos del Polo de Sistemas Geológicos, que se ajustara a sus características particulares. En el análisis de las cláusulas que resume el estándar, entre otras, se llegó a la conclusión, que la calidad se debe garantizar desde la base y para ello debe existir un equipo en cada proyecto, dedicado a sus actividades, por lo que se propuso una nueva estructura organizativa del personal de Garantía de Calidad. También se arribó a que las revisiones y auditorías son las actividades fundamentales de este plan, para las cuales se dieron un conjunto de orientaciones para su planificación y se propuso un procedimiento para llevarlas a cabo. Finalmente, con esta guía de apoyo a través de principios, consejos y comentarios, se facilita la planificación del Aseguramiento de la Calidad ya que el personal responsable de realizarlo se instruye adecuadamente y éste ha sido el aporte fundamental realizado, de manera que se cumplieron los objetivos planteados inicialmente, dándose por concluida la presente investigación.

Recomendaciones

Con el objetivo de obtener resultados positivos en la mejora continua del proceso de obtención de la calidad, en el que se encuentra inmersa la Universidad, se consideran las siguientes recomendaciones:

- Tener en cuenta esta guía para elaborar el Plan de Aseguramiento de la Calidad en los proyectos productivos del Polo de Sistemas Geológicos.
- Extender el uso de esta guía a todos los proyectos productivos que hagan uso de la Metodología RUP.
- Realizar un estudio de las posibles metodologías de desarrollo en las cuales se pueda aplicar esta guía.

Bibliografía

1. IEEE 729-83. [En línea]
2. *ISO/IEC 8402, Quality - Vocabulary* . 1986.
3. ANSI/IEEE Std. 610. [En línea]
4. Pressman, Roger S. *Ingeniería de Software, Un enfoque practico. 5ta edición.2002.*
5. www.adrformacion.com. [En línea] <http://www.adrformacion.com>.
6. Lovelle, Juan Manuel Cueva. www.di.uniovi.es. [En línea] 2001. <http://www.di.uniovi.es>.
7. Pressman, Roger S. *Ingeniería de Software, Un enfoque practico. 4ta edición. 1999*
8. Otero, Francisco Morfin. www.desi.itero.mx. *Universidad Jesuita Guadalajara. 1998.*
[En línea]<http://www.desi.itero.mx>.
9. Paulk, Weber, Curts, Beth Chrissis. *The Capacity Engineering Model. 1999.*
10. dis.um.es. [En línea] <http://dis.um.es>.
11. espino.ine.cl. [En línea] <http://espino.ine.cl>.
12. IEEE Standard Glossary of Software Engineering. [En línea] 1993.
13. www.sc.ehu.es. [En línea] <http://www.sc.ehu.es>.
14. www.calidad.umh.es. [En línea] <http://www.calidad.umh.es>.
15. siona.udea.co. [En línea] <http://siona.udea.co>.
16. www.usb.ve. [En línea] <http://www.usb.ve>.
17. secretosenred.com. [En línea] <http://secretosenred.com>.
18. www.theiia.org. [En línea] <http://www.theiia.org>.
19. www.monografias.com. [En línea] <http://www.monografias.com>.
20. www.issste.gob.mx. [En línea] <http://www.issste.gob.mx>.
21. www.emagople.com.ar. [En línea] <http://www.emagople.com.ar>.
22. www.decamaras.com. [En línea] <http://www.decamaras.com>.
23. www.contraloria.gob.gt. [En línea] <http://www.contraloria.gob.gt>.
24. tramites.sct.gob.mx. [En línea] <http://tramites.sct.gob.mx>.
25. siona.udea.edu.co. [En línea] <http://siona.udea.edu.co>.
26. ism.dei.uc.pt. [En línea] <http://ism.dei.uc.pt>.
27. eduforge.org. [En línea] <http://eduforge.org>.
28. dmi.uib.es. [En línea] <http://dmi.uib.es>.
29. alarcos.inf-cr.uclm.es. [En línea] <http://alarcos.inf-cr.uclm.es> .
30. www.uhu.es. [En línea] <http://www.uhu.es>.
31. www.tuobra.unam.mx. [En línea] <http://www.tuobra.unam.mx>.
32. www.ongei.gob.pe. [En línea] <http://www.ongei.gob.pe>.
33. www.oc.ccn.cni.es. [En línea] <http://www.oc.ccn.cni.es>.
34. www.mitecnologico.com. [En línea] <http://www.mitecnologico.com>.
35. www.i-sol.com.ar. [En línea] <http://www.i-sol.com.ar>.
36. www.infor.uva.es. [En línea] <http://www.infor.uva.es>.
37. www.iie.org.mx. [En línea] <http://www.iie.org.mx>.
38. www.ieeeulatina.org. [En línea] <http://www.ieeeulatina.org>.

39. www.iaia.org.ar. [En línea] <http://www.iaia.org.ar>.
40. www.gestiopolis.com. [En línea] <http://www.gestiopolis.com>.
41. www.gerencie.com. [En línea] <http://www.gerencie.com>.
42. C, Dr. Marcelo Jenkins. www.eici.ucm.cl. [En línea] Dr. Marcelo Jenkins C. [En línea] <http://www.eici.ucm.cl>.
43. www.calidaddelsoftware.com. [En línea] <http://www.calidaddelsoftware.com>.
44. www.betsime.disaic.cu. [En línea] <http://www.betsime.disaic.cu>.
45. trevinca.ei.uvigo.es. [En línea] <http://trevinca.ei.uvigo.es>.
46. *Rational.com*. [En línea] <http://www.rational.com>.
47. Quesada, Juan Antonio López. *ingenieria de software. dis.um.es*. [En línea] <http://dis.um.es>.
48. *IEEE Std. 610-1990*. 1993.
49. Schulmeyer G.G, Mc Manus J.L. *Handbook of Software Quality Assurance*. 1999.
50. alvarez.jc.googlepages.com. [En línea] <http://alvarez.jc.googlepages.com>.
51. espino.ine.cl. [En línea] <http://espino.ine.cl>.
52. www.ldv.com.ar. [En línea] <http://www.ldv.com.ar>.
53. www.elrincondelprogramador.com. [En línea] <http://www.elrincondelprogramador.com>.
54. redalyc.uaemex.mx. [En línea] <http://redalyc.uaemex.mx>.
55. lml.ls.fi.upm.es. [En línea] <http://lml.ls.fi.upm.es>.
56. toolbox666.blogspot.com. [En línea] <http://toolbox666.blogspot.com>.
57. www.cenidet.edu.mx. [En línea] <http://www.cenidet.edu.mx>.
58. www.fglindosoria.com. [En línea] <http://www.fglindosoria.com>.
59. www.cenidet.edu.mx. [En línea] <http://www.cenidet.edu.mx>.
60. www.tecuruapan.com.mx. [En línea] <http://www.tecuruapan.com.mx>.
61. www.freedownloadmanager.org. [En línea] <http://www.freedownloadmanager.org>.
62. posgrado.emagister.com.mx. [En línea] <http://posgrado.emagister.com.mx>.
63. www.ldv.com.ar. [En línea] <http://www.ldv.com.ar>.
64. www.sidar.org. [En línea] <http://www.sidar.org>.

Referencias bibliográficas

1. IEEE 729-83. [En línea]
2. ISO/IEC 8402, Quality-Vocabulary . 1986.
3. ANSI/IEEE Std. 610. [En línea]
4. Pressman, Roger S. Ingeniería de Software, Un enfoque practico. 5ta edición.2002.
5. www.adrformacion.com. [En línea] <http://www.adrformacion.com>.
6. Lovelle, Juan Manuel Cueva. www.di.uniovi.es. 2001. [En línea] <http://www.di.uniovi.es>.
7. Pressman, R.S. Ingeniería del Software. Un Enfoque Práctico. Madrid: 4ª edición. McGraw Hill., 1999.
8. Otero, Francisco Morfin. www.desi.itero.mx. Universidad Jesuita Guadalajara. 1998. [En línea] <http://www.desi.itero.mx>.
10. dis.um.es. [En línea] <http://dis.um.es>.
11. espino.ine.cl. [En línea] <http://espino.ine.cl>.
12. IEEE Standard Glossary of Software Engineering. [En línea] 1993.
13. www.sc.ehu.es. [En línea] <http://www.sc.ehu.es>.
14. www.calidad.umh.es. [En línea] <http://www.calidad.umh.es>.
15. siona.udea.co. [En línea] <http://siona.udea.co>.
16. www.usb.ve. ye. [En línea] <http://www.usb.ve>.
17. secretosenred.com. [En línea] <http://secretosenred.com>.

ANEXOS

Anexo 1

Tabla 5 Comparación de los conceptos de calidad dado por diferentes autores.

Autores	Aspectos			
	Consideración de la opinión del cliente	Dirigida a las expectativas del cliente	Dirigida a los requisitos	Contempla necesidades explícitas e implícitas
IEEE	Sí	Sí	No menciona	No menciona
Pressman	Sí	Nó	Sí	Sí
ISO 9000:2000	Sí	No menciona	Sí	No menciona

Anexo 2

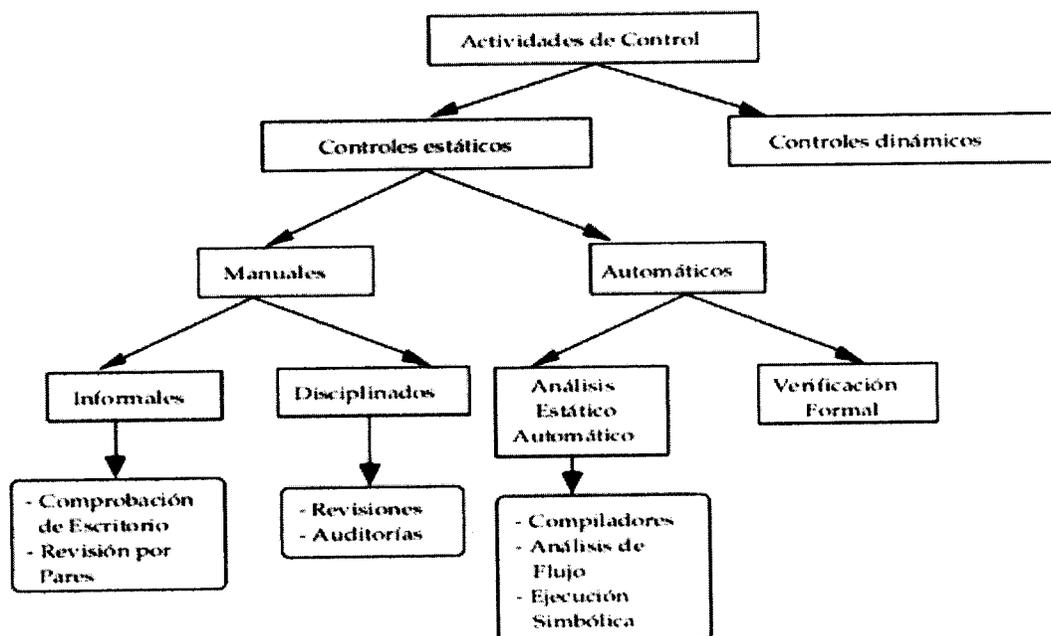


Figura 2 Desglose de las Actividades de Control.

Anexo 3

Tabla 6 Comparación entre tipos de revisiones (IEEE Std. 1028: 1997 "Revisiones de Software").

Aspecto a analizar	Revisiones de Gestión	Revisiones Técnicas	Inspecciones	Recorridos
Objetivos	Asegurar progreso; Recomendar acciones correctivas; asegurar dotación correcta de recursos.	Evaluar conformidad con las especificaciones y los planes; Asegurar la integridad de los cambios.	Encontrar defectos; verificar la resolución de los defectos; verificar la calidad del producto.	Encontrar defectos; examinar alternativas; mejorar producto.

Anexo 4

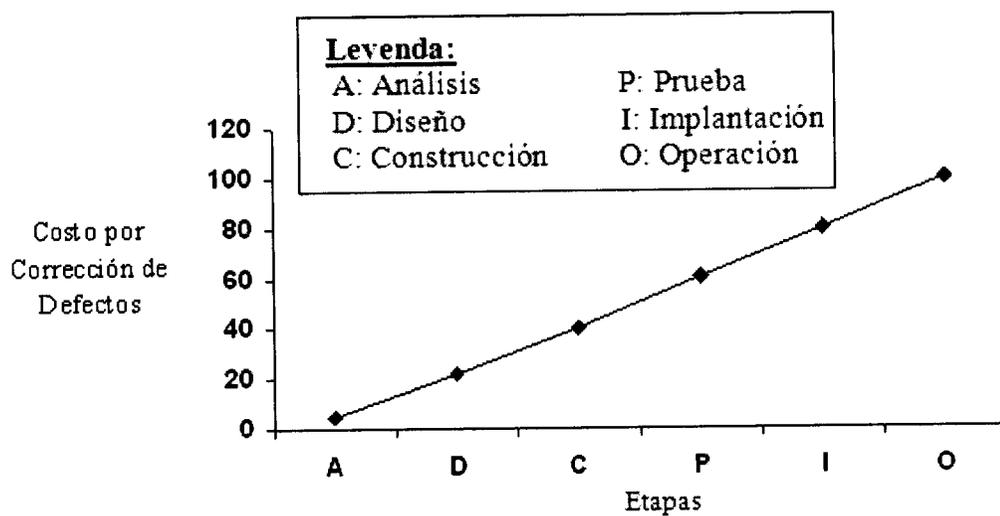
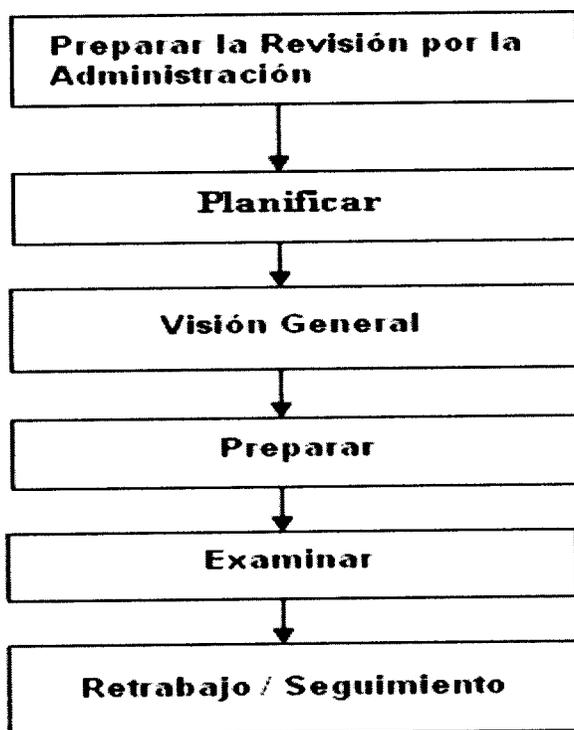
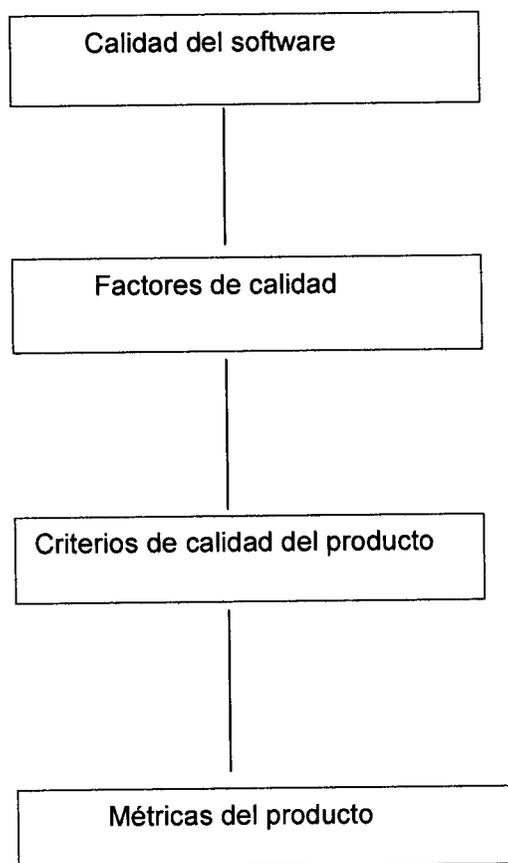


Figura 3 Costo de corregir defectos en cada fase del ciclo de vida del proyecto.

Anexo 5: Proceso de revisión propuesto por la IEEE Std. 1028: 1997.



Anexo 6: Estructura del Modelo de Aseguramiento de la Calidad.



Anexo 7



Figura 4 Mapa mundial de Estados con comités miembros de la ISO.

- Miembros natos
- Miembros correspondientes
- Miembros suscritos
- Otros Estados clasificados ISO 3166-1, no miembros de la ISO

http://es.wikipedia.org/wiki/Organizaci%C3%B3n_Internacional_para_la_Estandarizaci%C3%B3n

Anexo 8

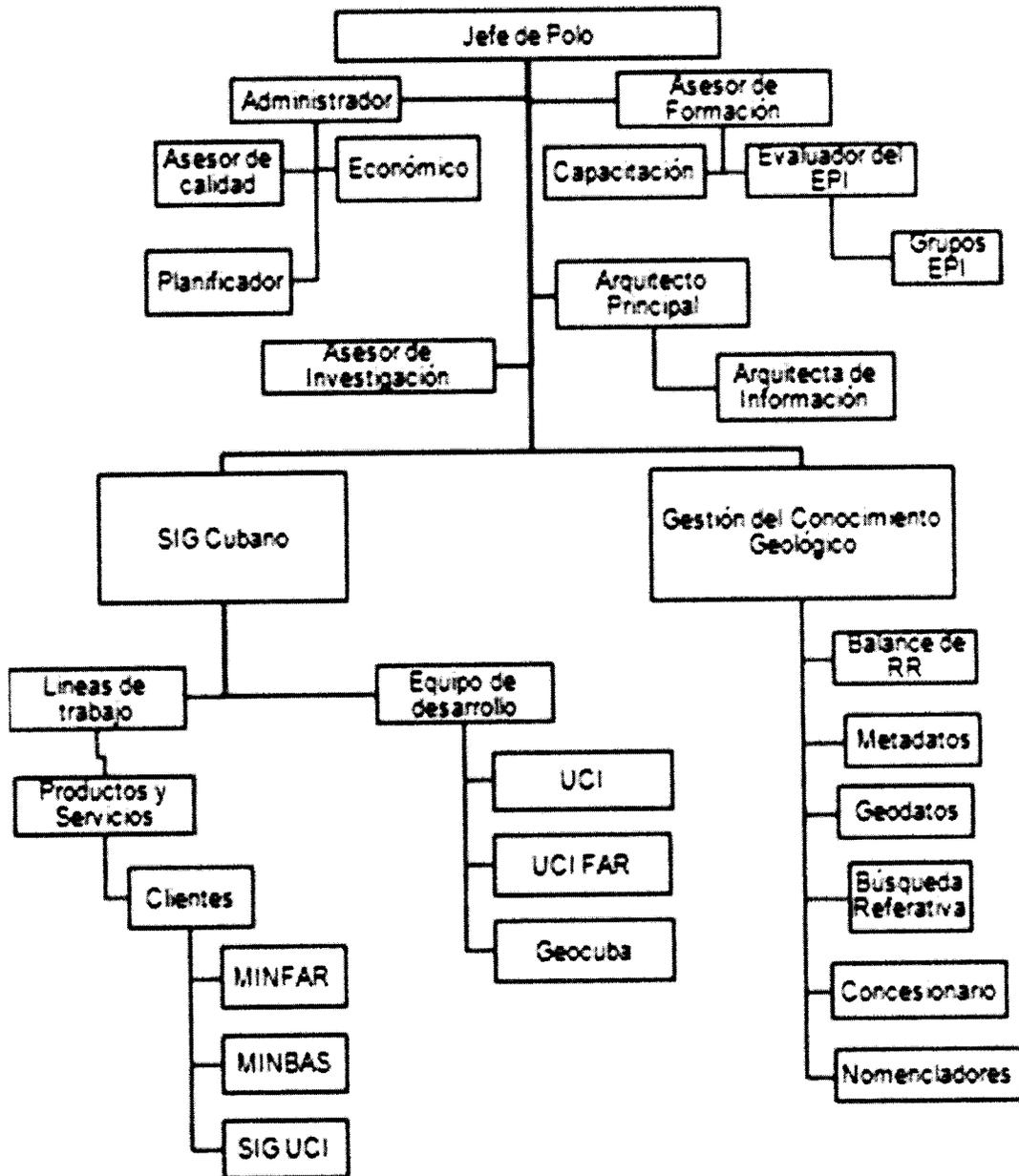


Figura 5 Estructura del Polo de Sistema Geológico.

Glosarios de términos y siglas

Términos

Artefacto: Es un término general, para cualquier tipo de información creada, producida, cambiada o utilizada por los trabajadores en el desarrollo del sistema.

Batalla de Ideas: Surge a partir de la lucha convocada en nombre de La Revolución para lograr el regreso del niño Elián González al seno de su padre. No es más que una ofensiva política para profundizar la participación de los trabajadores y jóvenes en la revolución socialista cubana. Un aspecto central de esta campaña es el esfuerzo por ampliar las oportunidades educacionales para el pueblo cubano y aumentar el acceso a la cultura.

Defecto: Consecuencia de un error. Incumplimiento de un requisito asociado a un uso previsto o especificado.

Error: acción humana durante el proceso de desarrollo que produce un defecto.

Estándares: Sirven como modelo, norma, patrón o referencia.

Organizaciones productivas: Polos productivos, facultades o los propios proyectos.

Producto: Cosa que se obtiene como resultado de un trabajo.

Siglas:

CASE: Computer Aided Software Engineering.

EPI: Equipo de Investigación del Proyecto

ERS: Especificación de Requisitos Software.

SIG: Sistema de Información Geológica

GC: Garantía de la Calidad.

GSQA: Grupo de Aseguramiento de la Calidad del Software.

IEEE: Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.

ISO: Organización Internacional para la Estandarización.

PSQA: plan de aseguramiento de la calidad.

PVV: Plan de verificación y validación.

RTF: Revisión Técnico-Formal.

UCI: Universidad de las Ciencias Informáticas.

SG: Sistemas Geológicos.

IS: Ingeniería de Software.