

UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS

FACULTAD 6



Título: “Evaluación del proceso Aseguramiento de la Calidad en el departamento Geoinformática mediante la aplicación de indicadores”.

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

Autor: Sucel Arévalo Osorio.

Tutora: Ing. Zaylí Rodríguez Luis.

Ciudad de La Habana

Junio de 2012

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaración de Autoría

Declaro que soy el único autor de este trabajo y reconozco a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

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

Sucel Arévalo Osorio

Firma del Autor

Ing. Zaylí Rodríguez Luis

Firma del Tutor

DATOS DE CONTACTO

Datos de contacto

TUTOR: Ing. Zaylí Rodríguez Luis,

Profesora Instructora de Manejo y Análisis de la Información Geográfica - UCI.

Líder del Grupo de Calidad - centro Geoinformática y Señales Digitales (GEySED), departamento Geoinformática.

Dirección: Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI). Edificio: 115, apartamento: 104, La Habana, Cuba.

Correo electrónico: zluis@uci.cu.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos

A mis padres, por ser mis mejores amigos, mis ejemplos a seguir, por su cariño, su confianza, su amor y apoyo incondicional, que ha sido siempre el soporte para la realización de mi vida.

A mi abuela Georgina, por estar siempre para mí y ser ejemplo de amor y dedicación. Por ser parte fundamental del cumplimiento de este sueño.

A mi novio por todo su amor, su cariño y su comprensión, por llenar de alegría, mis días más tristes durante todo este tiempo.

A mi familia, por ser todo para mí y poder contar con ellos en todo momento, en especial a mis tías Masi y Nursy.

A mis suegros, por haberme acogido como parte de su familia.

A mi tutora Zaylí, por los consejos y el apoyo prestado durante el desarrollo de este trabajo.

A Dios, por guiarme siempre por el camino correcto y estar conmigo en todo momento.

A Fidel, por ser el impulsor de este sueño hecho realidad que es la Universidad de la Ciencias Informáticas.

A todos los amigos con los que he compartido en estos cinco años, en especial a todos los que me ayudaron o contribuyeron de una forma u otra a la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación está dedicado:

A mis padres, por ser los mejores del mundo, por brindarme su fuerza, su guía y todo su amor, por hacer de mí la persona que soy.

A mi abuela Georgina, mi abuelita querida, por sus consejos, por su ejemplo, por su dedicación eterna a toda nuestra familia y por su apoyo incondicional en cada momento de mi vida.

RESUMEN

Resumen

Uno de los retos a alcanzar por las empresas desarrolladoras de software hoy día, es desarrollar productos y servicios de calidad; para lo cual la implementación exitosa de un proceso Aseguramiento de la Calidad es un factor esencial, esto hace necesario detectar cualquier deficiencia que pueda presentar este proceso a través de su evaluación. Por estas razones, se emprende el presente trabajo de investigación, en el cual se realizará una evaluación completa al proceso Aseguramiento de la Calidad del departamento Geoinformática, perteneciente al Centro de Desarrollo Geoinformática y Señales Digitales (GEySED) de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI). Durante la evaluación se midieron un conjunto de objetivos para satisfacer el proceso en cuestión, a través de los indicadores propuestos, esta arrojó las principales deficiencias del proceso Aseguramiento de la Calidad a ser corregidas por medio de las acciones de mejoras. Para validar los resultados de la evaluación, se realizó la certificación de la propuesta de indicadores, elemento linealmente proporcional a los resultados alcanzados, verificando si los indicadores propuestos son capaces de medir las actividades especificadas por el estándar ISO/IEC 15504 para alcanzar resultados exitosos en la implementación del proceso Aseguramiento de la Calidad y un análisis comparativo entre deficiencias previamente encontradas por medio de entrevista realizada al líder del Grupo de Calidad y los resultados alcanzados.

Palabras claves

Aseguramiento de la Calidad, calidad, evaluación, indicadores, proceso de evaluación

ÍNDICE DE CONTENIDO

Índice de contenido

Introducción	1
Capítulo 1. Fundamentación Teórica	7
1.1 Introducción	7
1.2 Introducción a la Calidad.....	7
1.3 Calidad del software	7
1.3.1 Aseguramiento de la Calidad del Software (SQA).....	8
1.3.2 Plan de aseguramiento de la calidad	10
1.3.3 Mejora de la calidad del software.....	11
1.4 Métricas	12
1.4.1 Características fundamentales de las métricas	13
1.4.2 Razones que justifican la medición	13
1.5 Indicadores	14
1.6 Indicadores de implementación de la práctica.....	15
1.7 Modelos y estándares de calidad. Calidad en los procesos.	16
1.7.1 Organización Internacional de Normalización (ISO).....	16
1.7.2 Modelo Integrado de Madurez de las Capacidades (CMMI).....	20
1.8 Estructura organizativa del modelo de evaluación	25
1.9 Conclusiones Parciales.....	26
Capítulo 2: Planificación de la evaluación	27
2.1 Introducción	27
2.2 Entrada inicial de la evaluación.....	27
2.2.1 Propósito de la evaluación.....	27
2.2.2 Alcance.....	27
2.2.3 Unidad organizacional	27
2.2.4 Contexto del proceso.....	28
2.2.5 Restricciones de la evaluación.....	28
2.2.6 Involucrados	28
2.2.7 Salidas previstas.....	29
2.2.8 Método de evaluación.....	29
2.3 Plan de evaluación.....	31
2.4 Objetivos a medir del proceso Aseguramiento de la Calidad	33
2.5 Preparación de los participantes	34

ÍNDICE DE CONTENIDO

2.6	Obtención y análisis de los indicadores	34
2.6.1	<i>Propuesta de indicadores</i>	34
2.7	Estrategia de recolección de la fuente de información	49
2.8	Conclusiones Parciales.....	49
Capítulo 3: Realización de la evaluación e Informe de resultados.....		50
3.1	Introducción	50
3.2	Realización de la evaluación.....	50
3.2.1	<i>Recogida de los datos</i>	50
3.2.2	<i>Aplicación de los indicadores</i>	50
3.2.3	<i>Documentación de los datos</i>	51
3.2.4	<i>Generar los resultados de la evaluación</i>	51
3.2.5	<i>Resultados de la evaluación</i>	51
3.2.6	<i>Principales deficiencias encontradas</i>	53
3.2.7	<i>Acciones de mejora</i>	54
3.3	Reportar los resultados.....	57
3.3.1	<i>Entregar los resultados de la evaluación</i>	57
3.3.2	<i>Empaquetar y archivar las salidas de la evaluación</i>	58
3.4	Conclusiones Parciales.....	58
Capítulo 4: Validación de los resultados		59
4.1	Introducción	59
4.2	Certificación de la propuesta de indicadores.....	59
4.3.1	<i>Ventajas del estándar ISO/IEC 15504</i>	59
4.3.2	<i>Estructura del proceso Aseguramiento de la Calidad según ISO/IEC 15504:2006</i>	60
4.3.3	<i>Verificación de los indicadores</i>	63
4.3	Análisis comparativo de los resultados	63
4.4	Conclusiones Parciales.....	64
Conclusiones		65
Recomendaciones		66
Bibliografía.....		67

ÍNDICE DE FIGURAS

Índice de figuras

Figura 1. Elementos del proceso de evaluación del estándar ISO/IEC 15504 (Grupo Alarcos ESI-UCLM, 2011)	19
Figura 2. Niveles de madurez de CMMI en la representación por etapas (Vates S.A-Outsourcing and Offshore Software Development Company, 2012)	20
Figura 3. Cumplimiento de los indicadores (%)	52
Figura 4. Cumplimiento de los objetivos (%)	52
Figura 5. No conformidades detectadas.....	53
Figura 6. Errores ortográficos.....	53
Figura 7. Categoría de procesos de software según ISO 12207 (SQI, 2011).....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Índice de tablas

Tabla 1. Involucrados en la evaluación	28
Tabla 2. Valor de los indicadores por proyecto	29
Tabla 3. Clasificación de los indicadores	30
Tabla 4. Clasificación de los objetivos.....	31
Tabla 5. Clasificación del proceso.....	31
Tabla 6. Acciones de mejora.....	54

INTRODUCCIÓN

Introducción

Hoy día, con el devenir de la alta tecnología del siglo XXI, las compañías se encuentran desarrollando productos y servicios cada vez más complejos, capaces de satisfacer las necesidades de los clientes. Es por ello que se impone un nuevo reto, los productos o servicios deben contar con la más alta calidad, pues a mayor calidad, mayor será la demanda del mismo.

Para alcanzar una alta calidad en el desarrollo de productos o servicios por parte de las compañías productoras de software, estas deben contar con un proceso bien definido y documentado, enfocado hacia un perfeccionamiento continuo. Dentro de esta actividad se debe tener en cuenta la mejora de procesos, pues *“la calidad de un sistema o de un producto está muy influenciada por la calidad del proceso empleado para desarrollarlo y para mantenerlo”*.¹

Parte fundamental de la mejora de procesos es la evaluación de ellos, según el estándar ISO/IEC TR 15504-1, la evaluación de un proceso se define como: *el examen disciplinado de los procesos usados en una organización junto a un conjunto de criterios para determinar la capacidad de esos procesos para ser realizados dentro de los objetivos de calidad, coste y planificación. El propósito es caracterizar la práctica actual, identificando debilidades y fortalezas y la habilidad del proceso para controlar o evitar las causas de baja calidad, desviaciones en coste o planificación.* (ISO/IEC TR 15504-1, 1998).

En términos de evaluación de procesos para asegurar que un producto (software) determinado, cumple con los requisitos de calidad, el aseguramiento de la calidad del software es un factor esencial, debido a que el mismo es el conjunto de actividades planificadas y sistemáticas que persigue evaluar el proceso, por el cual un producto o servicio es desarrollado, con el objetivo de asegurar que este producto cumple con los requisitos de calidad y determinar si las necesidades de los usuarios serán satisfechas.

Según los autores del libro *“Mejores prácticas para el establecimiento y aseguramiento de la calidad del software”*² los principales problemas que presenta el mismo internacionalmente están relacionados con la falta de apoyo por parte de la alta dirección de las organizaciones y los altos costos económicos en los que se incurren en su establecimiento, los cuales se han estimado que varían entre un 2.5 y 5% del costo total de un proyecto de desarrollo de un producto de software.

¹ Premisa de la gestión de proceso, tomada por el Software Engineering Institute (SEI)

² (Lebrún, y otros, 2008)

INTRODUCCIÓN

Estos costos se localizan principalmente en las actividades de revisiones periódicas y constantes de las aplicaciones, que tienen que realizar algunos desarrolladores de software.

En Cuba las empresas vinculadas al desarrollo de productos (software), se han dado a la ardua tarea de lograr que los productos desarrollados en el país cumplan con las normas y estándares internacionales de calidad, para la aplicación de diferentes técnicas de aseguramiento de la calidad, así como que sus procesos de desarrollo se encuentren bajo modelos certificados de mejora de procesos.

Por esta y otras razones desde finales del año 2008, la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), se encuentra en medio de un proceso de mejora de sus procesos basado en el **Modelo Integrado de Madurez de las Capacidades (CMMI)**, (Capability Maturity Model Integration) por sus siglas en inglés, el cual está encaminado a alcanzar la certificación internacional del nivel 2 de este modelo. En la actualidad dentro de esta institución existen tres centros de desarrollo que ya se encuentran certificados con este nivel, estos centros son el Centro de Informática Médica (CESIM), el Centro de Informática Industrial (CEDIM) y el Centro de Informatización de Entidades (CEIGE).

La UCI inmersa en este proceso se encuentra estructurada por varios centros de desarrollo, uno de estos es el Centro de Desarrollo Geoinformática y Señales Digitales (GEySED), dentro del cual se encuentra el departamento de Geoinformática. Este último cuenta con 6 proyectos dedicados principalmente al desarrollo de productos, servicios y soluciones informáticas en el campo de la Geoinformática.

Para asegurar a los clientes (tanto internos, como externos), que estos productos y servicios al ser entregados presenten la calidad acordada, este departamento cuenta con el proceso Aseguramiento de la Calidad, el cual contiene las siguientes actividades:

- Revisiones y auditorías a procesos de desarrollo de software, a partir de listas de chequeo y estándares adoptados por la entidad.
- Capacitación a los nuevos miembros del Grupo de Calidad sobre revisiones y auditorías.
- Pruebas de caja negra.
- Capacitación sobre el proceso en cuestión para la producción de software en una organización.
- Capacitación sobre el modelo CMMI.
- Chequeos o controles internos.

INTRODUCCIÓN

En entrevista realizada al líder del Grupo de Calidad del departamento se detectaron una serie de deficiencias, las cuales influyen en la toma de decisiones para trazar estrategias que corrijan los diferentes procesos que se llevan en el centro GEySED. Algunos de los problemas encontrados se muestran a continuación:

- Existen proyectos que no cuentan con la documentación requerida, es decir, Expediente de Proyecto Actualizado.
- Existen proyectos que no cuentan con una estrategia de aseguramiento de la calidad.
- Existen proyectos que se trazan planes de aseguramiento de la calidad del software solo por cumplir con la documentación establecida dentro del Expediente del Proyecto, pues no cumplen con las actividades registradas en este plan.
- No se utilizan indicadores para la retroalimentación de la calidad de dicho proceso.
- La capacidad para responder las NC³ en el tiempo establecido es muy baja.
- Existen proyectos donde persisten las mismas NC en las diversas iteraciones de las revisiones.

Estas deficiencias provocan atrasos en el cronograma del proyecto y por tanto el incumplimiento de los plazos de entrega con el cliente, además, afectan el cumplimiento de los requisitos de calidad para el desarrollo del producto, por lo que las necesidades de los clientes podrían no satisfacerse.

De manera general el departamento presenta dificultades al establecer un control del aseguramiento de la calidad del software.

Dada la situación problemática expuesta anteriormente se identifica como **problema a resolver** en la presente investigación:

¿Cómo contribuir al control de la calidad del proceso Aseguramiento de la Calidad en el departamento Geoinformática permitiendo la obtención de información relevante para la toma de decisiones?

Para dar solución al problema planteado se define como **objeto de estudio** el proceso Aseguramiento de la Calidad.

El **campo de acción** se define como el conjunto de indicadores para evaluar el proceso Aseguramiento de la Calidad en el departamento Geoinformática.

³ No conformidades

INTRODUCCIÓN

El **objetivo general** es evaluar el proceso Aseguramiento de la Calidad que se lleva a cabo en el departamento Geoinformática mediante la aplicación de indicadores, que favorezca la obtención de información relevante para la toma de decisiones.

Idea a defender: Si se evalúa el proceso Aseguramiento de la Calidad que se lleva a cabo en el departamento Geoinformática mediante la aplicación de indicadores, se favorecerá el control de la calidad del mismo permitiendo la obtención de información relevante para la toma de decisiones.

Para dar cumplimiento al objetivo general de la investigación se planificaron las siguientes **tareas de la investigación**:

1. Caracterizar el estado del aseguramiento de la calidad de los proyectos del departamento Geoinformática.
2. Caracterizar los indicadores existentes para medir el proceso Aseguramiento de la Calidad.
3. Definir indicadores que permitan evaluar el proceso Aseguramiento de la Calidad en el departamento Geoinformática.
4. Evaluar el proceso Aseguramiento de la Calidad en el departamento Geoinformática aplicando los indicadores definidos.
5. Validar la propuesta de solución.

Los **métodos científicos de investigación** utilizados para el desarrollo de la investigación fueron:

Métodos teóricos

Análisis histórico-lógico: Este método permitirá analizar los antecedentes y el estado actual del tema, establecer los conceptos fundamentales que permitan determinar los indicadores idóneos al evaluar el estado del proceso Aseguramiento de la Calidad en el departamento Geoinformática.

Analítico - Sintético: Este método permitirá realizar un estudio de toda la bibliografía, conformada por documentos, libros y tesis, permitiendo la extracción de los elementos más importantes que se relacionan con el objeto de estudio, lo que posibilitará obtener una síntesis detallada de esta.

Métodos Empíricos

Entrevista: Este permitirá conocer el estado del proceso Aseguramiento de la Calidad en el departamento Geoinformática del centro GEySED y la forma en que este se lleva a cabo (ver Anexo 1).

Encuesta: Este método servirá de base para realizar encuestas a personas calificadas en temas relacionados al aseguramiento de la calidad (ver Anexo 2).

INTRODUCCIÓN

Población y muestra

La población de la presente investigación está compuesta por los 6 proyectos del departamento de Geoinformática del centro GEySED de la Universidad de las Ciencias Informáticas en ejecución en el curso 2011-2012.

De ellos se seleccionó una muestra de 4 proyectos para un 66.6% de la población. La muestra de proyectos fue seleccionada a través de la técnica no probabilística muestreo intencional, atendiendo a los siguientes criterios:

- Proyectos que se encuentren en diferentes fases de desarrollo.
- Proyectos que estén en diferentes etapas de asimilación del programa de mejora que se lleva a cabo en la universidad basado en CMMI.

Posibles Resultados

1. Indicadores para el proceso Aseguramiento de la Calidad en el departamento Geoinformática.
2. Evaluación del proceso Aseguramiento de la Calidad en el departamento Geoinformática (Plan de evaluación).
3. Principales deficiencias encontradas en el proceso Aseguramiento de la Calidad en el departamento Geoinformática.
4. Acciones para resolver los principales problemas existentes.

El trabajo de diploma está estructurado de la siguiente manera:

Capítulo 1: Fundamentación teórica. En este capítulo se realiza un estudio minucioso de la teoría asociada al desarrollo de la investigación, se profundiza en términos como: calidad del software, aseguramiento de la calidad del software e indicadores. Además se realiza un estudio de los indicadores de implementación de la práctica, de los modelos y estándares de calidad, sus procesos y modelos de evaluación.

Capítulo 2: Planificación de la evaluación. En este capítulo se realiza la planificación y preparación de la evaluación a realizar, la cual se considerará como la primera fase de la evaluación. Además se detallan cada una de las actividades y procesos realizados dentro de esta fase.

Capítulo 3: Realización de la evaluación e Informe de resultados. En este capítulo se describen todas las actividades ejecutadas durante las fases de Realización de la evaluación e Informe de resultados, fases básicas dentro del proceso de evaluación.

INTRODUCCIÓN

Capítulo 4: Validación de los resultados. En este capítulo se realiza la validación de los resultados de la evaluación a través de la certificación de la propuesta de indicadores contra las actividades que propone el estándar ISO/IEC 15504 y de un análisis comparativo entre resultados iniciales obtenidos a través de entrevista realizada al líder del Grupo de Calidad y los resultados alcanzados.

Capítulo 1. Fundamentación Teórica

1.1 Introducción

En el presente capítulo se realiza un análisis teórico de los conceptos esenciales asociadas al desarrollo de la investigación: calidad del software, aseguramiento de la calidad del software e indicadores. Además se realiza un estudio de los indicadores de implementación de la práctica, de los modelos y estándares de calidad, sus procesos y modelos de evaluación.

1.2 Introducción a la Calidad

Calidad es un término muy referido en el mundo actual, es por esto que muchos autores han expresado diferentes definiciones para esta palabra. El origen de la palabra proviene del latín *Qualitas* y está asociado al atributo o propiedad que distingue a las personas, bienes o servicios. Con el tiempo el término fue evolucionando hasta llegar a asociarse con el uso y valor que da satisfacción a las necesidades de los consumidores.

Según la Real Academia de la Lengua Española calidad es la *propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor*. (DRAE, 2011). La calidad solo puede ser cuantificada por el valor que se le da al conjunto de propiedades seleccionadas. Es por esto que es subjetiva, depende de los atributos elegidos para medirla y es circunstancial, el conjunto de atributos elegidos puede variar en situaciones diferentes.

Según la norma ISO 9000:2000, también puede definirse como el *grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos*. (ISO-9000, 2000).

1.3 Calidad del software

Para definir la calidad del software existen diferentes puntos de vista. Desde la perspectiva de cumplimiento de los requisitos, Roger Pressman la define como:

“Concordancia con los requisitos funcionales y de rendimientos explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo explícitamente documentados y con las características implícitas que se espera de todo software desarrollado profesionalmente”. (Pressman, 2005).

Desde la perspectiva del cliente o usuario es definida como:

“Los factores de un producto de software que contribuyen a la satisfacción completa y total de las necesidades de un usuario u organización”. (Vega, y otros, 2008).

CAPÍTULO 1

Finalmente, desde estas dos perspectivas se define como:

“El grado con el cual un sistema, componente o proceso cumple con los requisitos y con las necesidades y expectativas del usuario”. (IEEE, 2006).

Después de ser analizados los conceptos de calidad del software planteados con anterioridad se decide tomar como propio el concepto dado por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) Institute of Electrical and Electronics Engineers por sus siglas en inglés, este se considera como el más cercano al presente trabajo de diploma al englobar el grado en el que un proceso cumple con lo requerido.

Dentro de la calidad del software una actividad fundamental que persigue asegurar la calidad de los productos y servicios es el aseguramiento de la calidad del software.

1.3.1 Aseguramiento de la Calidad del Software (SQA)

Muchos han sido los estudios realizados para lograr llegar a un consenso en cuanto a un concepto para este término, y diversos son los autores que han dado sus criterios; pero aún no se llega a un criterio unánime.

Según la ISO-9000 aseguramiento de la calidad se define como:

“Es la parte de la gestión de la calidad orientada a proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de la calidad.” (ISO-9000, 2000).

La IEEE define el aseguramiento de la calidad como:

“Una guía planificada y sistemática de todas las acciones necesarias para proveer la evidencia adecuada de que un producto cumple los requisitos técnicos establecidos.” (IEEE, 1990).

“Un conjunto de actividades diseñadas para evaluar el proceso por el cual un producto es desarrollado o construido.” (IEEE, 1990).

El Instituto de Ingeniería del Software (SEI) Software Engineering Institute por sus siglas en inglés define aseguramiento de la calidad como:

“El aseguramiento de la calidad del software provee claro control del proceso que está siendo usado por el proyecto y del producto que se está construyendo.”

CAPÍTULO 1

El aseguramiento de la calidad es una actividad que se aplica a nivel de proyecto y está presente en los métodos y herramientas de análisis, diseño, programación, prueba, inspecciones técnicas formales, en el control de la documentación del software y de los cambios realizados durante todo el proceso de desarrollo. Aborda principalmente: (Agüero, 2011).

1. Un enfoque de gestión de la calidad.
2. Métricas del software.
3. Verificación y validación a lo largo del ciclo de vida del software, incluyendo pruebas y procesos de revisión y auditorías.
4. Gestión de configuración del software.
5. El control de la documentación del software.
6. Un procedimiento que asegure los ajustes a los estándares en el proceso de desarrollo de software siempre que esto sea posible.

El SEI recomienda un conjunto de actividades para cumplir con el SQA de la forma establecida:

- Establecimiento del plan de aseguramiento de la calidad para un proyecto.
- Participación en el desarrollo de la descripción del proceso de software.
- Revisión de las actividades de ingeniería del software.
- Auditorías de los procesos de software designados para verificar el ajuste con los definidos como parte del proceso de software.
- Registrar lo que no se ajuste a los requisitos e informar a los superiores.
- Coordinar el control de cambio.

Al aplicar los procesos de aseguramiento de la calidad se obtienen variados beneficios: (Vega, y otros, 2008).

1. **Se detectan problemas rápidamente:** Es posible identificar problemas en tempranas etapas del desarrollo de productos de software, ayudando al desarrollador a corregirlos inmediatamente y poder avanzar con más rapidez.
2. **Se crean y se siguen estándares de trabajo:** Con apoyo del proceso Aseguramiento de Calidad, se pueden establecer estándares tan diversos como son los de codificación o de documentación, los cuales apoyan a uniformizar y consolidar el proceso de desarrollo.

3. **Se verifica que los objetivos individuales vayan acordes con los objetivos de la organización:** Se busca y recomienda que los requisitos expuestos por usuarios finales estén alineados con los objetivos globales de la empresa, facilitando así el logro de los mismos y la integración total de los usuarios a la organización.
4. **Se recomiendan métodos para realizar el trabajo:** Las prácticas de aseguramiento de calidad, como son muy robustas ya que aplican técnicas muy completas de medición, pueden proponer en un momento dado qué métodos se ajustan más a la naturaleza del producto a ser desarrollado, teniendo como efecto final que el producto tenga más posibilidades de ser un producto con calidad.
5. **Se evita incurrir en costos innecesarios:** Como un efecto generalizado de algunos de los puntos mencionados con anterioridad, la práctica de procesos de aseguramiento de calidad lleva a las organizaciones a evitar costos no deseados como pueden ser todos aquellos ocasionados por mantenimiento correctivo.
6. **Se planea la calidad:** Está claro que el concepto de calidad no es algo que se da de una manera automática e impredeciblemente. Es algo que se busca. Por lo mismo, se debe de planear, construir e implantar en el producto.

El Aseguramiento de la Calidad del Software es la parte de la Gestión de la Calidad que persigue mediante un conjunto de acciones y actividades evaluar el proceso para asegurar que un producto determinado cumple con los requisitos de calidad, con el fin de determinar si las necesidades de los usuarios serán satisfechas.

1.3.2 Plan de aseguramiento de la calidad

El plan de aseguramiento de la calidad proporciona una guía para institucionalizar el aseguramiento de la calidad de software ya que en él es donde se registran las actividades fundamentales que se llevarán a cabo.

Este debe desarrollarse durante la planificación del proyecto y lo revisan todos los participantes. Las actividades del aseguramiento de la calidad del equipo de ingeniería del software y del grupo SQA las rige el plan. Este identifica las evaluaciones que se realizarán, las auditorías y revisiones para llevar a cabo, los estándares aplicables al proyecto, los procedimientos para el informe y seguimiento de errores, los documentos que debe producir el grupo de SQA y la cantidad de retroalimentación proporcionada al equipo de proyecto de software. (Pressman, 2005).

CAPÍTULO 1

Un plan de aseguramiento según el estándar IEEE 730-1998 debe contener las siguientes secciones: (IEEE, 1998)

- Objetivos de calidad del proyecto y enfoque adoptado para alcanzarlos.
- Documentación referenciada en el plan (manuales, procedimientos, etc.). Describe cada uno de los productos de trabajo utilizados por el plan.
- Gestión del SQA (organización, actividades y responsabilidades). Describe la situación del SQA dentro de la estructura organizativa.
- Documentación mínima exigida a los desarrolladores tanto del desarrollo del software (especificaciones, diseño, manuales de usuario, etc.) como de control (planes de validación y verificación).
- Estándares, prácticas, convenciones y métricas que se deben aplicar obligatoriamente.
- Actividades de revisión y auditoría que se van a llevar a cabo por el grupo de SQA y el cliente.
- Pruebas, se hace referencia al plan de pruebas del software.
- Informes de problemas, especificando la forma de tratar y corregir los problemas, así como las acciones correctivas y sus responsables.
- Herramientas, técnicas y metodologías para apoyar el SQA (revisiones, inspecciones, analizadores de código, generadores de entornos de prueba, etc.), especificando sus objetivos y la manera de utilizarlas.
- Control del código (almacenamiento y versiones), control de acceso a equipos y prevenciones de seguridad y control de las características del software a los suministradores.
- Control de medios.
- Control de proveedores.
- Recogida, almacenamiento y mantenimiento de datos sobre el SQA.
- Formación o capacitación del personal.
- Gestión de riesgos.

Es importante destacar que se debe confeccionar un plan de aseguramiento de la calidad para cada proyecto con los elementos y actividades que se crean necesarios con el objetivo de lograr un producto con calidad.

1.3.3 Mejora de la calidad del software

“Es la parte de la gestión de la calidad orientada a aumentar la capacidad de cumplir con los requisitos de la calidad.” (ISO-9000, 2000).

CAPÍTULO 1

Esta contribuye, por medio de las mediciones, a los análisis de los datos y auditorías, a efectuar mejoras en la calidad del software. (Scalone, 2006).

Para implementar un programa de mejoras es necesario definir procesos, decidir qué se quiere mejorar, definir qué medidas serán necesarias recoger, cómo y dónde tomarlas, gestionarlas mediante herramientas, utilizarlas para la toma de decisiones y reconocer las mejoras. Cuando el proceso a mejorar es el de desarrollo del software, es importante definir qué objetivos se quieren alcanzar, para reducir el número de medidas y, en consecuencia, el coste de recopilarlas y el impacto sobre la actividad de producción de software. (Scalone, 2006).

El programa de mejora debe ser una tarea continua, con el objetivo de incrementar la probabilidad de aumentar la satisfacción de los clientes y de otras partes interesadas. Las siguientes acciones son destinadas a la mejora: (Rojas, 2011).

- Análisis y evaluación de la situación existente para identificar áreas para la mejora.
- El establecimiento de los objetivos para la mejora.
- La búsqueda de posibles soluciones para lograr los objetivos.
- La evaluación de dichas soluciones y su selección.
- La implementación de la solución seleccionada.
- La medición, verificación, análisis y evaluación de los resultados de la implementación para determinar que se han alcanzado los objetivos.
- La formalización de los cambios.

Para cumplir con el objetivo de la mejora de la calidad como ya se planteó anteriormente es necesario realizar medición, verificación, análisis y evaluación de los resultados, para esto se hace imprescindible evaluar los procesos de una organización a través de métricas e indicadores.

1.4 Métricas

Las métricas son un buen medio para entender, monitorizar, controlar y predecir el desarrollo de software. El Glosario de Estándares del IEEE define métrica como “*una medida cuantitativa del grado en que un sistema, componente o proceso posee un atributo dado*”. (IEEE, 2006).

Una métrica es un algoritmo o cálculo realizado para combinar dos o más medidas de base. La escala y la unidad de las medidas derivadas dependerán de las escalas y unidades de las medidas base que la componen, así como la forma en que se combinan por la función. (ISO/IEC-15939).

1.4.1 Características fundamentales de las métricas

Las métricas del software proporcionan una manera de evaluar la calidad de un proceso, producto o proyecto a los ingenieros de software. Para que una métrica de software resulte útil en la realidad, debe cumplir con un conjunto de atributos que toda métrica efectiva del software debe abarcar: (Pressman, 2005).

1. **Simple y fácil de calcular.** Debe ser relativamente fácil aprender a derivar la métrica, y su cálculo no debe exigir cantidades anormales de tiempo o esfuerzo.
2. **Empírica e intuitivamente persuasiva.** La métrica debe satisfacer las nociones intuitivas del ingeniero acerca del atributo que se está construyendo.
3. **Consistentes y objetivas.** La métrica siempre debe arrojar resultados que no permitan ambigüedad alguna. Un tercer equipo debería ser capaz de obtener el mismo valor de métrica usando la misma información.
4. **Consistentes en el uso de unidades y dimensiones.** El cálculo matemático de la métrica debe emplear medidas que no lleven a combinaciones extrañas de unidades.
5. **Mecanismos efectivos para la retroalimentación de alta calidad.** La métrica debe llevar a un proceso o producto final de superior calidad.

1.4.2 Razones que justifican la medición

La importancia de medir proviene del hecho de que si no mides, sólo podrás juzgar basándote en una evaluación subjetiva. Mediante la medición, se pueden señalar las tendencias (buenas o malas), realizar mejores estimaciones, llevar a cabo una verdadera mejora sobre el tiempo.

Existen cuatro razones para medir los procesos del software, los productos y los recursos: (Pressman, 2002).

- Caracterizar
- Evaluar
- Predecir
- Mejorar

Se caracteriza para comprender mejor los procesos, los productos, los recursos y los entornos y para establecer la línea base para las comparaciones con evaluaciones futuras.

Se evalúa para determinar el estado con respecto al diseño. Las medidas utilizadas son los sensores que permiten conocer en qué momento los proyectos y los procesos están perdiendo la pista, de modo

que se pueda ponerlos bajo control. También se evalúa para valorar la consecución de los objetivos de calidad y para evaluar el impacto de la tecnología y las mejoras del proceso en los productos y procesos.

Se predice para poder planificar. Realizar mediciones para la predicción implica aumentar la comprensión de las relaciones entre los procesos y los productos y la construcción de modelos de estas relaciones, por lo que los valores que se observan para algunos atributos pueden ser utilizados para predecir otros. Se hace esto porque se quieren establecer objetivos alcanzables para el coste, planificación, y calidad de manera que se puedan aplicar los recursos apropiados.

Se mide para mejorar, cuando se recoge la información cuantitativa que ayuda a identificar obstáculos, problemas de raíz, ineficiencias y otras oportunidades para mejorar la calidad del producto y el rendimiento del proceso.

1.5 Indicadores

Un indicador es una métrica o combinación de métricas que proporcionan conocimientos acerca del proceso del software, un proyecto del software o el propio producto. Un indicador proporciona conocimientos que permiten al jefe de proyecto o los ingenieros de software ajustar el proceso, el proyecto o el producto para que las cosas mejoren. (Pressman, 2005).

Un indicador es una medida que proporciona una evaluación o estimación de determinados atributos, derivados de un modelo con respecto a las necesidades de información definidas. Los indicadores son la base para el análisis y la toma de decisiones. Se trata de lo que debería ser presentado a los usuarios de la medición. (ISO/IEC-15939).

Existen diferentes tipos de indicadores: (UNAD), 2011)

- Los indicadores de proceso: Se definen como el conjunto de datos obtenidos durante la ejecución del proceso y referidos a esta, que permiten conocer el comportamiento del mismo y, por tanto, predecir su comportamiento futuro en circunstancias similares.
- Los indicadores de producto: Son el conjunto de datos referidos al producto en sí (medidas obtenidas respecto a medidas previstas, por ejemplo) cuyo análisis indica hasta qué punto se ha conseguido el producto que se deseaba.
- Los indicadores de servicio: Igual que los indicadores de producto, son el conjunto de datos referidos al servicio cuyo análisis indica el grado de cumplimiento de los niveles de servicio previamente establecidos.

Dentro de los indicadores más utilizados en el mundo cuando se quiere evaluar un proceso de calidad están los indicadores de implementación de la práctica.

1.6 Indicadores de implementación de la práctica

Antes de definir qué son los indicadores de implementación de la práctica es necesario conocer primero la estructura de un área de proceso. Las áreas de proceso están compuestas de unos objetivos, que deben ser alcanzados para cumplir con el área de proceso. Se distinguen dos tipos de objetivos, los objetivos genéricos (GG), que son comunes a todas las áreas de proceso, y los objetivos específicos (SG), que son definidos por cada área de proceso.

Estos objetivos tienen a su vez prácticas, que son actividades que se consideran importantes para alcanzar el objetivo del área de proceso. Se distinguen también dos tipos de prácticas, las prácticas genéricas (GP), que son comunes a todas las áreas de proceso, y las prácticas específicas (SP), que son propias de cada área de proceso.

Cuando se evalúa un área de proceso se comprueba que todas las prácticas definidas de cada objetivo han sido satisfechas. Si esto es así, la realización de cada práctica dejará algún tipo de “rastros” (por ejemplo un documento, un acta de reunión, un correo electrónico, etc.). A estos “rastros” se les conoce como indicadores de implementación de la práctica (Practice Implementation Indicators o PII), que son, por lo tanto, el resultado de la implementación de una práctica y que sirven para comprobar que esta implementación se ha realizado correctamente. Estos indicadores de implementación son los que busca el evaluador durante la evaluación para comprobar que se está realizando cada una de las prácticas y que se alcanzarán, por lo tanto, cada uno de los objetivos del área de proceso correspondiente.

Se distinguen tres tipos de PII: (Parra, y otros, 2011)

- Artefacto directo: salidas tangibles que resultan de la implementación directa de una práctica. Los artefactos directos pueden ser documentos, entregables, productos o material de formación.

Casos especiales en artefactos directos:

En el caso de algunas prácticas, pueden aceptarse documentos como artefactos directos incluso si estos no tienen el objetivo primario de conseguir la práctica.

CAPÍTULO 1

- Artefacto indirecto: artefactos que son consecuencia de la implementación de una práctica; pero que no son el propósito para el cual se realiza la práctica. Los artefactos indirectos pueden ser actas de reunión, informes de estado, presentaciones o correos electrónicos.
- Afirmación: confirmaciones de palabra (entrevistas) o escritas que corroboran la implementación de una práctica específica o genérica.

Los PII son utilizados por tanto para demostrar que existe evidencia objetiva de la implementación de cada una de las prácticas (ya sean específicas – SP- o genéricas – SG-) que van a ser evaluadas. Para que exista evidencia objetiva debe existir un artefacto directo que demuestre el propósito de la práctica y que este a su vez sea corroborado por artefactos indirectos o afirmaciones. (Parra, y otros, 2011)

1.7 Modelos y estándares de calidad. Calidad en los procesos.

1.7.1 Organización Internacional de Normalización (ISO)

La Organización Internacional de Normalización es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO) donde el trabajo de preparación de las normas internacionales normalmente se realiza a través de los comités técnicos de ISO.

1.7.1.1 ISO/IEC 15504

La ISO/IEC 15504 es un estándar que proporciona un marco de trabajo para la evaluación del proceso y establece los requisitos mínimos para realizar una evaluación que asegure la repetibilidad y consistencia de las valoraciones obtenidas, donde el objetivo de la evaluación del proceso es conocer la capacidad de los procesos de una organización.

Como resultado de una exitosa implementación de la evaluación de los procesos se determina la información que caracteriza los procesos evaluados y el punto hasta el cual los procesos realizan su propósito.

El alcance de la norma ISO 15504 es el de ejecutar, planificar, gestionar, controlar y mejorar los procesos de: adquisición, suministro, desarrollo, operación, soporte, mantenimiento y organización. ISO 15504 es independiente del tipo de organización, modelo de ciclo de vida, metodología de desarrollo y de la tecnología utilizada.

Este modelo tiene una arquitectura basada en dos dimensiones: (García, y otros, 2006-2007).

Dimensión de proceso: Caracterizada por las declaraciones del propósito de un proceso, que son objetivos esenciales mensurables de un proceso.

Dimensión de capacidad de proceso: Caracterizada por una serie de atributos de proceso, aplicables a cualquier proceso, que representan características mensurables necesarias para gestionar un proceso y mejorar su capacidad.

1.7.1.2 Certificación

El proceso de auditoría de la ISO 15504 está normalizado por ISO/IEC 15504-7:2008. El mismo se realiza sobre la evaluación de la realización, planificación, definición, despliegue, medición e innovación de los procesos en función del nivel de madurez al que aspira la organización. Los valores van de 0 a 5 en función del resultado de la misma. De esta manera una organización que desarrolla e implanta software puede ser auditada en frente a esta norma para certificar que nivel de madurez disponen de sus procesos de software. (Avila, 2011).

Nivel de madurez 0: La organización no tiene una implementación efectiva de los procesos.

Nivel de madurez 1: Se realizan

Se alcanza el propósito de los procesos en términos generales. Los procesos se realizan cuando es necesario, pero no se hace de una forma planificada ni se realiza ningún seguimiento.

Nivel de madurez 2: Planificados

Se obtienen los productos del proceso, pero esta vez, de acuerdo a una planificación y realizándose un seguimiento. Estos productos se ajustan a unos estándares y a unas especificaciones prefijadas. También se tiene definidos plazos y recursos.

Nivel de madurez 3: Definidos, desplegados

Los procesos se realizan y se gestionan utilizando procedimientos definidos. Cada implementación de un proceso se hace utilizando procedimientos creados según un estándar y documentado.

Nivel de madurez 4: Medidos, analizados

Se recogen medidas detalladas del nivel de realización de los procesos y se analizan. Esto permite mantener el proceso dentro de unos límites predefinidos, así como disponer de una mejor posición para cuantificar la capacidad del proceso y predecir su comportamiento.

Nivel de madurez 5: Mejora continua, innovación, experiencia

La realización de los procesos se optimiza de forma continuada, de cara a su contribución de alcanzar los objetivos de negocio de la organización. Se establecen objetivos cuantitativos de eficacia y eficiencia en la realización de los procesos, basados en los objetivos de negocio de la organización. Se lleva a cabo una monitorización continua de los procesos y se analizan los datos obtenidos. Esto permite que los procesos estándar, definidos dentro de la organización cambien dinámicamente, para adaptarse de forma efectiva a los actuales y futuros objetivos de la empresa.

Los niveles de capacidad, aisladamente, no son suficientes para evitar ambigüedades en la cuantificación de la capacidad de los procesos, por lo que son necesarios una serie de atributos comunes a todos los procesos, para ser utilizados como base para la valoración.

Un Atributo de Proceso (PA) representa una característica medible de cualquier proceso. Cada uno de ellos está definido desde el punto de vista de las características que el proceso debería exhibir.

Los atributos son evaluados desde el punto de vista del grado de realización del mismo, cuyos valores son asignados en una escala de cuatro puntos. (Zamaniego, 2007).

- **No conseguido (N):** (0 a 15%) de logro.
- **Conseguido parcialmente (P):** (16% a 50%) de logro.
- **Logrado en gran medida (L):** (51% a 85%) de logro.
- **Conseguido completamente (F):** (86% a 100%) de logro.

1.7.1.3 Elementos del proceso de evaluación

El proceso de evaluación de la ISO/IEC 15504 presenta 7 elementos fundamentales: Modelo de Referencia del Proceso, Marco de Trabajo de la Medición, Modelo de Evaluación del Proceso, Entrada Inicial, Proceso de Evaluación, Salida, Roles y Responsabilidades (ver Figura 1).

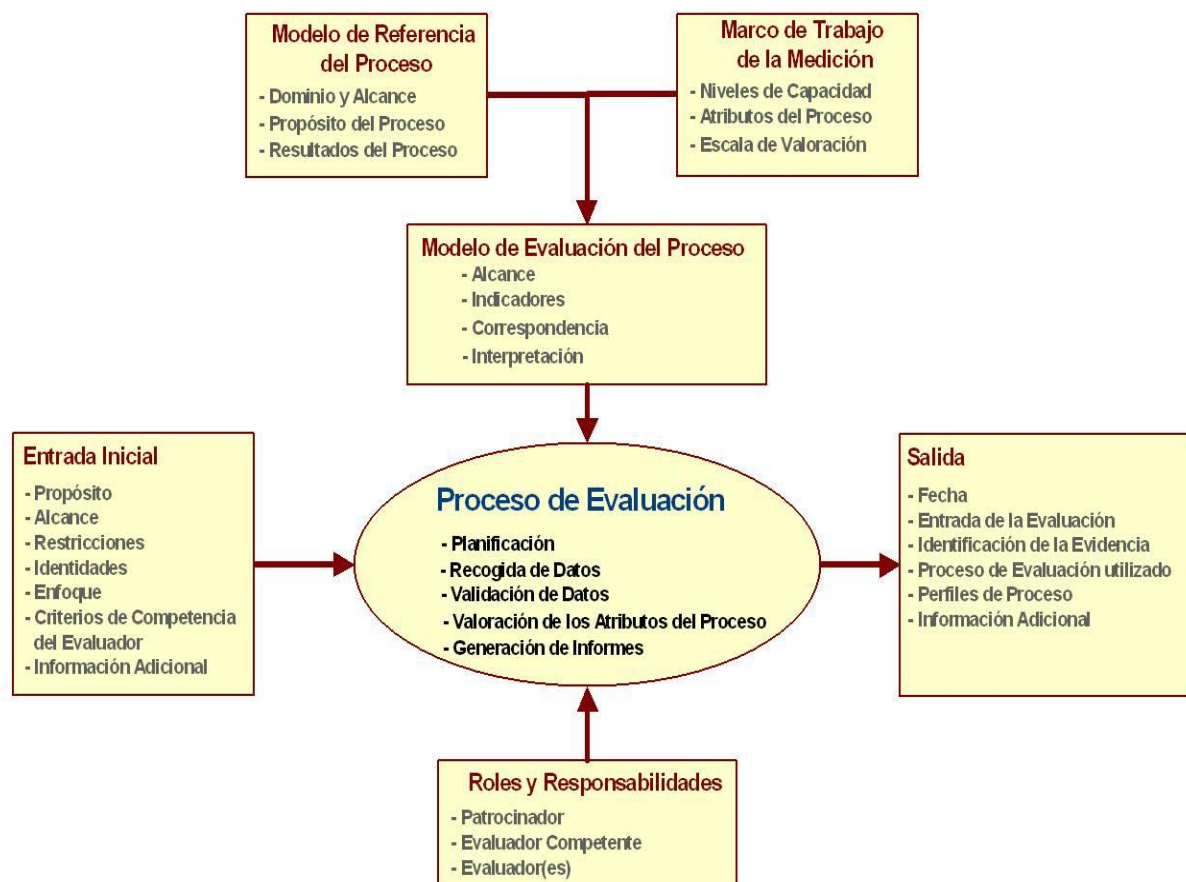


Figura 1. Elementos del proceso de evaluación del estándar ISO/IEC 15504 (Grupo Alarcos ESI-UCLM, 2011)

1.7.1.4 Fases de una evaluación

- **Planificación:** Se desarrolla un plan de la evaluación.
- **Recogida de datos:** Se deben obtener los datos requeridos para evaluar los procesos dentro del alcance de la evaluación e información adicional.
- **Validación de los datos:** Se deben validar que los datos obtenidos pueden ser usados como evidencia objetiva.
- **Valoración de los Atributos del Proceso:** Se les asigna una puntuación en base a los datos validados.
- **Generación de Informes:** Se presentan los resultados de la evaluación.

1.7.2 Modelo Integrado de Madurez de las Capacidades (CMMI).

CMMI es un modelo de madurez de mejora de los procesos para el desarrollo de productos y servicios. Este fue desarrollado por el SEI y publicado en su primera versión en enero de 2002. Su objetivo principal es, ayudar a las organizaciones a mejorar sus procesos de desarrollo y de mantenimiento, tanto para los productos como para los servicios.

El modelo CMMI permite aproximarse a la mejora de procesos y a las evaluaciones usando dos representaciones diferentes: continua y por etapas.

Representación continua: permite a una organización seleccionar un área de proceso (o un grupo de áreas de proceso) y mejorar los procesos relacionados a ella(s). Utiliza unos niveles de capacidad para caracterizar la mejora concerniente a un área de proceso individual. (Chrissis, y otros, 2009).

Representación por etapas: utiliza conjuntos predefinidos de áreas de proceso para definir un camino de mejora para una organización. Este camino de mejora se caracteriza por diversos niveles de madurez. Cada nivel de madurez proporciona un conjunto de áreas de proceso que caracterizan diferentes comportamientos organizativos. (Chrissis, y otros, 2009).

Dado que en el programa de mejora de la UCI, se aplica la representación por etapas, se estará realizando más hincapié en la misma.

En la representación por etapas las áreas de procesos están organizadas por niveles de madurez. Un nivel de madurez es una meseta evolutiva definida para la mejora de procesos de la organización. Cada nivel de madurez madura un subconjunto importante de procesos de la organización, preparándola para pasar al siguiente nivel de madurez. (Chrissis, y otros, 2009). Existen 5 niveles de madurez denominados por los números del 1 al 5 (ver Figura 2).



Figura 2. Niveles de madurez de CMMI en la representación por etapas (Vates S.A-Outsourcing and Offshore Software Development Company, 2012)

Nivel de madurez 1: Inicial

En el nivel 1 de madurez la organización no proporciona un entorno estable por lo que los procesos son generalmente caóticos, no se estima y no se planea el proyecto, es por esto que a menudo estas organizaciones poseen productos que funcionan, pero que exceden sus presupuestos y no cumplen con sus calendarios.

Nivel de madurez 2: Gestionado

En el nivel 2 de madurez los procesos se planifican y realizan de acuerdo a políticas establecidas; se emplean personal con habilidad que dispone de recursos adecuados para producir resultados controlados; se involucran a las partes interesadas relevantes; los procesos se monitorean, controlan, revisan y se evalúan en cuanto a su adherencia a sus descripciones de proceso.

Nivel de madurez 3: Definido

En el nivel de madurez 3, los procesos son bien caracterizados y comprendidos, y se describen en estándares, procedimientos, herramientas y métodos. En este nivel los procesos se gestionan más proactivamente utilizando una comprensión de las interrelaciones de las actividades del proceso y las medidas detalladas del proceso, sus productos de trabajo y sus servicios. (Chrissis, y otros, 2009).

Nivel de madurez 4: Gestionado cuantitativamente

En el nivel de madurez 4, la organización y los proyectos establecen objetivos cuantitativos en cuanto al rendimiento de calidad y del proceso, y los utilizan como criterios en la gestión de los procesos. En este nivel el rendimiento de los procesos se controla utilizando técnicas estadísticas y otras técnicas cuantitativas, y es predecible cuantitativamente. (Chrissis, y otros, 2009).

Nivel de madurez 5: En optimización

En el nivel de madurez 5, una organización mejora continuamente sus procesos, estos se revisan y modifican de forma sistemática con el objetivo de adaptarlos a los objetivos del negocio.

1.7.2.1 Nivel de madurez 2 de CMMI

El proceso de mejora de la UCI está encaminado a que la Universidad alcance el nivel dos del modelo CMMI. En este nivel son establecidas las actividades básicas para la administración y el control de proyectos de software, así como el seguimiento de sus costos, programación y funcionalidad.

Este nivel incluye las áreas: Planeación del Proyecto (PP), Monitoreo y Control de Proyecto (PMC), Administración de Requisitos (REQM), Aseguramiento de la Calidad para Procesos y Productos (PPQA), Medición y Análisis (MA), Administración de la Configuración (CM) y Administración de

CAPÍTULO 1

Acuerdos con Proveedores (SAM), de estas áreas se destacará por ser parte fundamental del trabajo de diploma, el área del proceso Aseguramiento de la Calidad para Procesos y Productos (PPQA), cuyo objetivo principal es proporcionar a los equipos de trabajo y a la dirección, visibilidad objetiva de los procesos y de sus productos asociados.

1.7.2.1.1 Aseguramiento de la Calidad de Productos y Procesos (PPQA)

PPQA, es un área de proceso de la categoría soporte del nivel de madurez dos. Como área de proceso que pertenece a esta categoría sustenta las actividades que apoyan el desarrollo y mantenimiento del producto.

Esta área de proceso involucra: (Chrissis, y otros, 2009).

- Evaluar objetivamente los procesos, los productos de trabajo y los servicios ejecutados frente a las descripciones de proceso, los estándares y los procedimientos aplicables.
- Identificar y documentar las no conformidades.
- Proporcionar realimentación al equipo del proyecto y a los gerentes sobre los resultados de las actividades de aseguramiento de la calidad.
- Asegurar que sean tratadas las no conformidades.

Para asegurar la calidad en esta área, CMMI requiere metas y prácticas específicas: (Chrissis, y otros, 2009).

Meta Específica (SG 1) Evaluar objetivamente los procesos y los productos de trabajo.

Práctica Específica (SP 1.1) Evaluar objetivamente los procesos.

Práctica Específica (SP 1.2) Evaluar objetivamente los productos de trabajo y los servicios.

Meta Específica (SG 2) Proporcionar una visión objetiva.

Práctica Específica (SP 2.1) Comunicar y asegurar la resolución de las no conformidades.

Práctica Específica (SP 2.2) Establecer registros.

1.7.2.2 Método de evaluación CMMI (SCAMPI)

SCAMPI es el acrónimo de “Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement”, Método Estándar de Evaluación de CMMI para Mejora de Procesos. Este es un método sobre cómo evaluar los diferentes procesos de la organización, definiendo el nivel de madurez.

CAPÍTULO 1

Se distinguen tres tipos de SCAMPI (A, B ó C) en función de la formalidad y la dificultad del mismo. SCAMPI A es el método más riguroso y el único método que puede dar lugar a una calificación. SCAMPI B proporciona opciones en el alcance del modelo; pero la caracterización de las prácticas está fijada en una escala y se realiza sobre prácticas ya implementadas. SCAMPI C ofrece un amplio rango de opciones, incluyendo la caracterización de enfoques planificados para la implementación de procesos de acuerdo a una escala definida por el usuario. (Chrissis, y otros, 2009).

El método de evaluación SCAMPI se define de acuerdo a tres grandes fases que componen cualquier apreciación dada, estas fases son: (Grupo Alarcos ESI-UCLM, 2011).

- Planificación y preparación de la evaluación: Dentro de esta fase se incluyen el análisis de los requisitos de la evaluación (objetivos, alcance, restricciones, etc.), el desarrollo del plan de evaluación, la selección y preparación del equipo (esto no es necesario en una evaluación mediante SCAMPI C), el conocimiento de las actividades y procesos de la organización a evaluar y la preparación de las estrategias de recogida de los datos.
- Realización de la evaluación: En esta fase de la evaluación se recoge la información necesaria para la evaluación relacionando la información con el modelo de referencia, se verifica y valida la información recogida, se documentan los datos transformándolos en registros que representen la implementación de las prácticas y las fortalezas y debilidades y se generan los resultados de la evaluación en los que se calculan los niveles de capacidad/madurez de los procesos en base a los datos recogidos y la aplicación de algoritmos de cálculo sobre esos datos.
- Informe de resultados: En esta fase se entregan y archivan los resultados de forma adecuada.

Estas fases contienen cada una un conjunto de procesos que pueden ser adaptados, dentro de ciertos parámetros por el usuario.

1.7.2.2.1 Los proyectos que serán evaluados y la unidad organizacional

Cuando se va a realizar una auditoría SCAMPI, es necesario tener claro qué parte de la organización va a ser evaluada. Al subconjunto de la organización que será evaluado se le denomina “unidad organizacional”. Por otro lado, una vez definida la unidad organizacional, se determinará qué proyectos van a ser evaluados del total de la misma, estos proyectos formarán la “muestra de proyectos”.

➤ **Unidad organizacional**

La unidad organizacional es la parte de la organización que va a ser evaluada. Las partes o departamentos de una organización que componen la unidad organizacional deberán tener unos objetivos de negocio comunes y un conjunto de procesos coherentes. Una unidad organizacional puede ser un departamento, un conjunto de departamentos o una tipología de proyectos.

➤ **Muestra de proyectos**

La selección de los proyectos adecuados para la muestra es una tarea importante cuando se quiere realizar la evaluación de un proceso dentro de una unidad organizacional, ya que estos deben cubrir todos los factores críticos que se identifiquen dentro esta.

Al realizar la evaluación, se distinguen tres tipos de proyectos, que pueden formar parte de la muestra: (Parra, y otros, 2011).

- ✓ Proyecto objetivo: es un proyecto que aporta evidencia objetiva. A la hora de evaluar el proyecto no importa si este ha terminado o no (hay por ejemplo proyectos que están en mantenimiento un gran número de años), solamente se comprueba si proporciona evidencia para cada una de las áreas de proceso definidas en el nivel CMMI a evaluar.
- ✓ Proyecto no objetivo: es un proyecto que aporta evidencia objetiva de alguna de las áreas de proceso dentro del alcance de la evaluación. Estos proyectos sirven como complemento de los proyectos objetivos, para obtener mayor número de evidencias de la realización de cada una de las prácticas definidas en CMMI.
- ✓ Función de apoyo: función organizativa que aporta evidencia objetiva de las áreas de proceso organizativas.

1.7.2.2.2 Método de evaluación

Para que un área de proceso sea correctamente implementada, deben alcanzarse los objetivos definidos para esa área de proceso, que a su vez se consiguen mediante la implementación de las prácticas de cada objetivo (específicas -SP- y genéricas -GP-).

Cuando se va a evaluar la implementación de las prácticas se comienza desde abajo hasta arriba, esto es, evaluando en primer lugar el cumplimiento de las prácticas, posteriormente los objetivos, luego las áreas de proceso y finalmente el nivel de madurez. La forma de realizar este proceso se especifica a continuación, estas especificaciones fueron tomadas de: (Parra, y otros, 2011).

➤ **Cumplir con las prácticas genéricas (GP) y específicas (SP)**

Se ha de comprobar si se cumplen las prácticas definidas para cada una de las áreas de proceso especificadas en el nivel de madurez. Con este fin, SCAMPI define una escala que determina si se han implementado completamente, parcialmente o no se han implementado. La escala puede verse en la tabla del Anexo 3. Calificación de las prácticas según CMMI.

El equipo de evaluación irá comprobando cada una de las prácticas de las áreas de proceso, corroborando el estado de implementación en el que se encuentra cada una de ellas.

Para ello, revisa los Indicadores de Implementación de la Práctica (PII). A cada una de las prácticas se le dará una calificación, en función de las evidencias encontradas.

➤ **Cumplir con los objetivos genéricos (GG) y específicos (SG)**

Una vez que se han evaluado las prácticas, se evalúan los objetivos, como: “satisfechos” (satisfied) y “no satisfechos” (unsatisfied). Para evaluar si un objetivo ha sido satisfecho, se comprueban sus prácticas. Si todas sus prácticas se evalúan como implementada completamente o implementada largamente, se considera que el objetivo está satisfecho. También es necesario tener en cuenta el conjunto total de debilidades. Si la mayoría de las prácticas tienen debilidades, podría considerarse que el objetivo no ha sido satisfecho.

➤ **Cumplir con el área de proceso**

Una vez que se han evaluado los objetivos, se evalúa el área de proceso. Para que el área de proceso se evalúe satisfactoriamente, todos los objetivos del área de proceso (tanto genéricos como específicos) han de encontrarse satisfechos.

1.8 Estructura organizativa del modelo de evaluación

Teniendo en cuenta las fases que son necesarias para el desarrollo de un proceso de evaluación y el estudio realizado sobre los modelos de evaluación de los estándares ISO/IEC 15504 y CMMI, el modelo de evaluación de la presente investigación se estructura de la siguiente manera:

Fases:

1. Planeación de la evaluación.

Esta fase cuenta con las siguientes actividades:

- ✓ Entrada de la evaluación.
- ✓ Plan de evaluación.
- ✓ Objetivos a medir del proceso Aseguramiento de la Calidad.

CAPÍTULO 1

- ✓ Preparación de los participantes.
- ✓ Obtención y análisis de los indicadores.
- ✓ Estrategia de recolección de los datos.

La descripción de cada una de estas actividades será especificada en el capítulo dos.

2. Realización de la evaluación.

Esta fase cuenta con las siguientes actividades:

- ✓ Recogida de los datos.
- ✓ Aplicación de los indicadores.
- ✓ Documentación de los datos.
- ✓ Resultados de la evaluación.
- ✓ Principales deficiencias.
- ✓ Acciones de mejora.

La descripción de cada una de estas actividades será especificada en el capítulo tres.

3. Informe de resultados.

Esta fase cuenta con las siguientes actividades:

- ✓ Entrega de resultados de la evaluación.
- ✓ Empaquetar y archivar las salidas de la evaluación.

La descripción de cada una de estas actividades será especificada en el capítulo tres.

1.9 Conclusiones Parciales

- Utilizar indicadores para la evaluación de los procesos de una organización da la oportunidad de realizar un seguimiento del estado de estos procesos, guiar acciones de mejora, identificar problemas, sugerir soluciones específicas y evaluar la forma en que se llevan a cabo las actividades en estos procesos.
- Cuando se desea realizar una evaluación a un proceso de una organización es muy importante establecer las fases y los elementos necesarios para la realización de la misma. Se debe contar con una fase donde se planifique la evaluación, otra donde se recojan, validen, verifiquen, documenten los datos y se emita un criterio evaluativo y por último una fase donde se presenten y archiven los resultados de la evaluación.

Capítulo 2: Planificación de la evaluación

2.1 Introducción

En el presente capítulo se estará realizando la planificación y preparación de la evaluación a realizar, la cual se considerará como la primera fase de la evaluación. Es importante destacar que para lograr llevar a cabo la presente evaluación no es necesario un equipo de expertos, una gran tecnología ni que en el proyecto se realicen procesos de mejora, pues esta evaluación es uno de los pasos necesarios para poder comenzar un proceso de mejora.

2.2 Entrada inicial de la evaluación

2.2.1 Propósito de la evaluación

Exponer el proceso Aseguramiento de la Calidad del departamento Geoinformática a un proceso de evaluación, con el fin de contribuir al control de la calidad del mismo, permitiendo la obtención de información relevante para la toma de decisiones.

2.2.2 Alcance

La presente evaluación involucra al proceso Aseguramiento de la Calidad del departamento Geoinformática del centro de desarrollo GEySED de la Universidad de las Ciencias Informáticas.

2.2.3 Unidad organizacional

La unidad organizacional está representada por el departamento Geoinformática, de ella fue seleccionada una muestra de cuatro proyectos a ser evaluados dentro de los cuales se encuentran: Control de Flotas, Sistema Minero Cubano, Plataforma Soberana GeneSIG y el Sistema de Gestión de Datos Geológicos (SGDG), como participantes incluidos dentro de la muestra se tienen cuatro profesionales vinculados a estos proyectos: Ing. Yaquelín Cintra Almaguer (Líder del proyecto), Ing. Eddy Dangel Quesada Rodríguez (Líder del proyecto), Ing. Dianet Utria Pérez (Analista Principal), Ing. Yassel Comas Pérez (Analista Principal), Ing. Lisbeth López Verdecie (Líder del proyecto). Los elementos funcionales seleccionados para su inclusión son:

Para los proyectos Control de Flotas y Sistema Minero Cubano, Plan de Desarrollo de Software, Registro de Evaluaciones, Registro de Revisiones de Inconsistencias, Manual de Medidas, Lista de Verificación de PPQA/IPP-3560:2009/Administración de la Configuración, Plan de Acciones del Expediente de Proyecto v3.3 del programa de mejora.

CAPÍTULO 2

Para los proyectos Plataforma Soberana GeneSIG y Sistema de Gestión de Datos Geológicos (SGDG), Plan de Aseguramiento de la Calidad, Documento de No Conformidades, Plan de Gestión de la Configuración, Plan de Mediciones, Documento Roles y Responsabilidades, Documento de Planificación y el Plan de Capacitación del Expediente de Proyecto v2.02.

Además de los elementos antes mencionados fueron seleccionados para su inclusión los siguientes elementos funcionales: Estrategia de Aseguramiento de la Calidad, Casos de Prueba, Listas de Chequeo, Plan de Pruebas, Documento de No Conformidades o Lista de Recomendaciones, Acciones Correctivas, Preventivas o de Mejora, Plan de Revisiones del Grupo de Calidad, peticiones registradas en el Sistema de Gestión de Proyectos (GESPRO), correos electrónicos, Acta Reunión de Cierre, Proyecto Técnico, Pedido de Cambio, Solicitud de Cambio así como las encuestas realizadas a miembros de los proyectos y la entrevista al líder del Grupo de Calidad.

2.2.4 Contexto del proceso

La unidad organizacional a la que se le realizará la evaluación está compuesta por 6 proyectos dedicados principalmente al desarrollo de productos, servicios y soluciones informáticas en el campo de la Geoinformática. Sus principales líneas de investigación están enfocadas a la Representación de Datos Geoespaciales, Análisis de Datos Geoespaciales, Geometría Computacional y Estructura de Datos Espaciales, Geoestadística, Simulación Numérica de Procesos, Fotogrametría y Teledetección.

2.2.5 Restricciones de la evaluación

Para la realización de la evaluación se dispondrá solamente de un evaluador, de una jornada de 8h diarias máximo según horario de producción del evaluador durante 53 días, sin contar días no laborables, para un máximo de 424h con un tamaño máximo para la muestra de cuatro proyectos. Las restricciones acorde a los esfuerzos para proteger la integridad y credibilidad asociada con la evaluación del proceso se recogen en la declaración de autoría de este documento.

2.2.6 Involucrados

Además de los involucrados antes mencionados en la unidad organizacional se incluyen en la evaluación:

Tabla 1. Involucrados en la evaluación

Nombre y Apellidos	Afiliación institucional	Responsabilidad
Sucel Arévalo Osorio	Estudiante, Revisor-Técnico	Evaluador

CAPÍTULO 2

Ing. Zaylí Rodríguez Luis	Líder del Grupo de Calidad del departamento.	Coordinador de la organización.
---------------------------	--	---------------------------------

2.2.7 Salidas previstas

- Plan de evaluación.
- Entrada de la evaluación.
- Resultados de la evaluación.
- Entrevista al líder del Grupo de Calidad.
- Encuestas a miembros del equipo de desarrollo de la muestra de proyectos.
- Indicadores para evaluar el proceso.

2.2.8 Método de evaluación

2.2.8.1 Indicadores por proyecto

Para la valoración de los indicadores por cada uno los proyectos se establecieron las siguientes clasificaciones:

Tabla 2. Valor de los indicadores por proyecto

Clasificación	Descripción
1	Fuente de información que aporta evidencia del cumplimiento total del indicador. No se han notado debilidades.
0.5	Fuente de información que indica evidencia del cumplimiento en parte del indicador. Se han notado una o más debilidades.
0	Fuente de información no encontrada o inadecuada. No se encuentra evidencia del cumplimiento del indicador. Se han notado una o más debilidades.

2.2.8.2 Cumplir con los indicadores

Para establecer el nivel de cumplimiento de los indicadores se tienen las siguientes clasificaciones:

CAPÍTULO 2

Tabla 3. Clasificación de los indicadores

Clasificación	Descripción
Cumplimiento Total	<p>Para indicadores de porcentaje</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Umbral de cumplimiento (87-100)% <p>Para:</p> <p>Indicador 9:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Umbral de cumplimiento (0)% <p>Indicador 13:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Umbral de cumplimiento < 7
Cumplimiento Alto	<p>Para indicadores de porcentaje</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Umbral de cumplimiento (62 - 86)% <p>Para:</p> <p>Indicador 9:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Umbral de cumplimiento (1-20)% <p>Indicador 13:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Umbral de cumplimiento = 7
Cumplimiento Parcial	<p>Para indicadores de porcentaje</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Umbral de cumplimiento (37-61)% <p>Para:</p> <p>Indicador 9:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Umbral de cumplimiento (21-49)% <p>Indicador 13:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Umbral de cumplimiento (8-9)
Incumplido	<p>Para indicadores de porcentaje</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Umbral de cumplimiento (0-36)% <p>Para:</p> <p>Indicador 9:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Umbral de cumplimiento (50-

CAPÍTULO 2

	100)% Indicador 13: ➤ Umbral de cumplimiento ≥ 10
--	--

2.2.8.3 Evaluación de los objetivos del proceso

Para la evaluación de los objetivos se establecieron las siguientes clasificaciones:

Tabla 4. Clasificación de los objetivos

Clasificación	Descripción
satisfecho	Todos los indicadores referentes al objetivo deben ser evaluados de “cumplimiento total” o “cumplimiento alto”. Combinación de las evaluaciones de los indicadores referentes al objetivo entre “cumplimiento total” o “cumplimiento alto” y “cumplimiento parcial” en un nivel bajo.
no satisfecho	En otro caso

2.2.8.4 Evaluación del proceso

Para la evaluación de los objetivos se establecieron las siguientes clasificaciones:

Tabla 5. Clasificación del proceso

Clasificación	Descripción
satisfactorio	Todos los objetivos deben ser evaluados de “satisfecho”
no satisfactorio	En otro caso

2.3 Plan de evaluación

El plan de evaluación constituye la base de los compromisos reales y sirve como guía para el seguimiento y control del proceso de evaluación. En él se incluyen: una referencia a la entrada de la evaluación, las actividades a realizar dentro del proceso de evaluación, el cronograma de la

evaluación, la logística de la evaluación, los riesgos que puede presentar la evaluación y su mitigación. Dentro de los objetivos de su confección se encuentran:

- Identificar la entrada de la presente evaluación, la cual se introducirá por referencia.
- Identificar las actividades que se estarán realizando para conducir la evaluación.
- Describir los recursos a ser empleados.
- Definir el cronograma de la evaluación.
- Establecer la logística de la evaluación.
- Identificar y mitigar los riesgos asociados a la evaluación.

Cronograma

En el cronograma de evaluación (ver Anexo 4) se recogen las principales actividades que se estarán realizando dentro del proceso de evaluación, se realiza una descripción de cada una de ellas y se establecen los responsables y la fecha de realización de las mismas. Estas actividades guiarán todo el proceso evaluativo y a través de su correcta realización se logrará satisfacer el objetivo general de la presente investigación.

Principales riesgos y su mitigación

Los principales riesgos a los que puede estar sujeta la evaluación son recogidos también dentro del plan de evaluación, de ellos se especifican su tipo, impacto y una pequeña descripción para su reconocimiento y posterior mitigación (ver Anexo 5).

1. Riesgos tecnológicos 1, 2, 3

Estrategia de Mitigación

- Guardar la documentación generada como parte de las actividades realizadas en más de un dispositivo.
- Guardar los documentos de la fuente de información que se obtiene a partir del sistema Excriba en un dispositivo externo seguro.
- Revisar periódicamente el software instalado y actualizar el antivirus con frecuencia diaria.

Plan de Contingencia

- Entregar la PC para reparación y redistribuir los recursos humanos en las otras computadoras.
- Volver a montar la imagen en la computadora afectada.

- Recuperar las jornadas afectadas en horario extra.

2. Riesgos organizativos 4, 5, 6

Estrategia de Mitigación

- Planificar el tiempo con holgura, teniendo en cuenta las afectaciones que puedan ocurrir.

Plan de Contingencia

- Re-programar los horarios de trabajo luego de la afectación.

3. Riesgos de personal 7

Estrategia de Mitigación

- Planificar el tiempo con holgura, teniendo en cuenta las afectaciones que puedan ocurrir.

Plan de contingencia

- Identificar participantes alternativos para sustituir al participante clave (o común) en las encuestas y entrevista realizada.

2.4 Objetivos a medir del proceso Aseguramiento de la Calidad

Teniendo en cuenta las actividades que recomienda el SEI para cumplir con el aseguramiento de la calidad de la forma establecida y las metas específicas y genéricas del área PPQA del nivel 2 de CMMI se establecen los siguientes objetivos:

- Establecer un plan de aseguramiento de la calidad.
- Establecer una estrategia de aseguramiento de la calidad.
- Evaluar objetivamente los procesos y los productos de trabajo (este objetivo incluye la realización de revisiones, auditorías y pruebas).
- Registrar las no conformidades detectadas, comunicar y asegurar la resolución de las mismas.
- Control de cambio.
- Institucionalizar un proceso administrado (este objetivo recoge asignación de responsabilidades, capacitación del personal, administración de la configuración y evaluar la adherencia a los procesos de forma objetiva (casos de uso, listas de chequeo, estándares).

2.5 Preparación de los participantes

La preparación de los participantes se realizó utilizando el mecanismo de comunicación directa, interacción individual con cada participante de la evaluación (uno a uno). En esta interacción se les explicó y presentó el propósito de la evaluación, el alcance, el método de la evaluación, las funciones y responsabilidades de cada uno así como el calendario de las actividades.

2.6 Obtención y análisis de los indicadores

2.6.1 Propuesta de indicadores

Para formular los indicadores se tuvieron en cuenta tres elementos fundamentales: prácticas específicas y genéricas del área de proceso del nivel dos de CMMI, PPQA, la forma en la que se construyen los indicadores de implementación de la práctica y una serie de elementos los cuales facilitan su comprensión:

1. Nombre del indicador: Es la expresión que identifica al indicador y que describe lo que se desea medir con él.
2. Objetivo: Propósito al que se dirige el indicador.
3. Fuente de información: Es el medio del cual se obtienen los datos para el desarrollo y aplicación de los indicadores.
4. Método: Procedimiento a través del cual se realizará la aplicación del indicador.
5. Fórmula: Determina la forma en que se relacionan las variables establecidas para el indicador.
6. Umbral de cumplimiento: Porcentaje de cumplimiento del parámetro.

Propuesta

Indicador 1: Porcentaje de proyectos que cuentan con el plan de calidad.

Objetivo: De los proyectos de la muestra de proyectos determinar el porcentaje de aquellos que cuentan con un plan de calidad.

Fuente de información:

- Plan de Aseguramiento de la Calidad de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período con expediente de proyecto v2.02.
- Plan de Desarrollo de Software de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período con expediente de proyecto v3.3.
- Entrevista al líder del Grupo de Calidad.

CAPÍTULO 2

Método:

- Revisar si existe la fuente de información y esta es adecuada.
- Revisar sección 10. Plan de Gestión de la Calidad del Plan de Desarrollo de Software.
- Entrevista al líder del Grupo de Calidad.

Fórmula: $\%_{PPAC} = TPP * 100 / TPM$ $TPP = \sum_{i=1}^{TPM} PPAC$

$\%_{PPAC}$: Porcentaje de proyectos que cuentan con el plan de calidad.

TPP: Total de proyectos que cuentan con un plan de calidad.

TPM: Total de proyectos de la muestra.

PPAC: Proyecto que cuenta con un plan de calidad.

Indicador 2: Porcentaje de proyectos que cumplen con el plan de calidad.

Objetivo: De los proyectos que tienen un plan de calidad determinar el porcentaje de aquellos que cumplen con este último.

Fuente de información:

- Plan de Aseguramiento de la Calidad de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período con expediente de proyecto v2.02.
- Plan de Desarrollo de Software de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período con expediente de proyecto v3.3.
- Encuesta a miembros del equipo de desarrollo del proyecto i.

Método:

- Revisión de la fuente de información, verificando el cumplimiento de las actividades especificadas.
- Encuesta a miembros del equipo de desarrollo del proyecto i.

Fórmula: $\%_{PCP} = TPCP * 100 / TPP$ $TPCP = \sum_{i=1}^{TPP} PCP$

$\%_{PCP}$: Porcentaje de proyectos que cumplen con el plan de calidad.

TPCP: Total de proyectos que cumplen con el plan de calidad.

TPP: Total de proyectos que cuentan con un plan de calidad.

PCP: Proyecto que cumplen con el plan de calidad.

CAPÍTULO 2

Indicador 3: Porcentaje de proyectos que cuentan con una estrategia de aseguramiento de la calidad.

Objetivo: De los proyectos de la muestra de proyectos determinar el porcentaje de aquellos que cuentan con una estrategia de aseguramiento de la calidad.

Fuente de información:

- Estrategia de aseguramiento de la calidad de cada uno de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período.
- Encuesta a miembros del equipo de desarrollo del proyecto i.

Método:

- Revisión de la estrategia de aseguramiento de la calidad de cada uno de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período.
- Encuesta a miembros del equipo de desarrollo del proyecto i.

Fórmula: $\%_{PCP} = TPE * 100 / TPM$ $TPE = \sum_{i=1}^{TPM} PEAC$

$\%_{PEAC}$: Porcentaje de proyectos que cuentan con una estrategia de aseguramiento de la calidad.

TPE: Total de proyectos que cuentan con una estrategia de aseguramiento de la calidad.

TPM: Total de proyectos de la muestra.

PEAC: Proyecto que cuenta con una estrategia de aseguramiento de la calidad.

Indicador 4: Porcentaje de proyectos que aplican la estrategia de aseguramiento de la calidad.

Objetivo: De los proyectos de la muestra de proyectos determinar el porcentaje de aquellos que aplican una estrategia de aseguramiento de la calidad.

Fuente de información:

- Estrategia de aseguramiento de la calidad de cada uno de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período.
- Encuesta a miembros del equipo de desarrollo del proyecto i.

Método:

- Revisión de la estrategia de aseguramiento de la calidad de cada uno de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período verificando si se cumple con las actividades que en ella se especifican.

CAPÍTULO 2

- Encuesta a miembros del equipo de desarrollo del proyecto i.

Fórmula: $\%_{PAE} = TPAE * 100 / TPE$ $TPAE = \sum_{i=1}^{TPE} PAE$

$\%_{PAE}$: Por ciento de proyectos que aplican una estrategia de aseguramiento de la calidad.

TPAE: Total de proyectos que aplican una estrategia de aseguramiento de la calidad.

TPE: Total de proyectos que cuentan con una estrategia de aseguramiento de la calidad.

PAE: Proyecto que aplica una estrategia de aseguramiento de la calidad.

Indicador 5: Porcentaje de proyectos que han realizado pruebas a sus productos o servicios.

Objetivo: De los proyectos de la muestra de proyectos determinar el porcentaje de aquellos que han realizado pruebas a sus productos o servicios.

Fuente de información:

- Plan de Pruebas.
- Registro de Evaluaciones de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período con Expediente de Proyecto v3.3.
- Documento de No Conformidades o Lista de Recomendaciones.
- Casos de Prueba.
- Encuesta a miembros del equipo de desarrollo del proyecto i.

Método:

- Revisar la fuente de información de los proyectos de la muestra de proyectos.
- Encuesta a miembros del equipo de desarrollo del proyecto i.

Fórmula: $\%_{PRP} = TPP * 100 / TPM$ $TPP = \sum_{i=1}^{TPM} PRP$

$\%_{PRP}$: Por ciento de proyectos que han realizado pruebas a sus productos o servicios.

TPP: Total de proyectos que han realizado pruebas a sus productos o servicios.

TPM: Total de proyectos de la muestra.

PRP: Proyecto que ha realizado pruebas a sus productos o servicios.

Indicador 6: Porcentaje de proyectos que han realizado revisiones o auditorías a sus procesos.

Objetivo: De los proyectos de la muestra de proyectos determinar el porcentaje de aquellos que han realizado revisiones o auditorías a sus procesos.

CAPÍTULO 2

Fuente de información:

- Plan de Aseguramiento de la Calidad de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período con expediente de proyecto v2.02.
- Plan de Desarrollo de Software de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período con expediente de proyecto v3.3.
- Registro de Evaluaciones de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período con expediente de proyecto v3.3.
- Registro de Revisiones de Inconsistencias de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período con expediente de proyecto v3.3.
- Documento de No Conformidades o Lista de Recomendaciones.
- Encuesta a miembros del equipo de desarrollo del proyecto i.

Método:

- Revisión de la fuente de información.
- Para proyectos con expediente de proyecto v2.02. Sección. Plan de Revisiones y Auditorías del Plan de Aseguramiento de la Calidad.
- Para proyectos con expediente de proyecto v3.3. Sección. Procesos de las revisiones y auditorías del Plan de Gestión de la Calidad en el Plan de Desarrollo de Software.
- Encuesta a miembros del equipo de desarrollo del proyecto i.

Fórmula: $\%_{PRA} = TPRA * 100 / TPM$ $TPRA = \sum_{i=1}^{TPM} PRA$

$\%_{PRA}$: Porcentaje de proyectos que han realizado revisiones o auditorías a sus procesos.

TPRA: Total de proyectos que han realizado revisiones o auditorías a sus procesos.

TPM: Total de proyectos de la muestra.

PRA: Proyecto que ha realizado revisiones o auditorías a sus procesos.

Indicador 7: Porcentaje de proyectos evaluados por el Grupo de Calidad del departamento.

Objetivo: De los proyectos de la muestra de proyectos determinar el porcentaje de aquellos que han sido evaluados por el Grupo de Calidad del departamento.

Fuente de información:

- Plan de revisiones del Grupo de Calidad.
- Documento de No Conformidades o Lista de Recomendaciones.

CAPÍTULO 2

- Peticiones registradas en el Sistema de Gestión de Proyectos (GESPRO).
- Entrevista al líder del Grupo de Calidad.
- Correos electrónicos.

Método:

- Revisión de la fuente de información.
- Entrevista al líder del Grupo de Calidad.

Fórmula: $\%_{PEG} = TPEG * 100 / TPM$ $TPEG = \sum_{i=1}^{TPM} PEG$

$\%_{PEG}$: Porcentaje de proyectos que han sido evaluados por el Grupo de Calidad del centro.

TPEG: Total de proyectos que han sido evaluados por el Grupo de Calidad del departamento.

TPM: Total de proyectos de la muestra.

PEG: Proyecto que ha sido evaluado por el Grupo de Calidad del departamento.

Indicador 8: Cumplimiento de las evaluaciones planificadas en el Grupo de Calidad del departamento.

Objetivo: Determinar el porcentaje de cumplimiento de las evaluaciones planificadas en el Grupo de Calidad del departamento.

Fuente de información:

- Plan de revisiones del Grupo de Calidad del departamento.
- Entrevista al líder del Grupo de Calidad.
- Documento de No Conformidades o Lista de Recomendaciones.
- Peticiones registradas en el Sistema de Gestión de Proyectos (GESPRO).

Método: Revisión de la fuente de información.

Fórmula: $\%_{CPE} = TEE * 100 / TEP$ $TEE = \sum_{i=1}^{TEP} EE$

$\%_{CPE}$: Porcentaje de cumplimiento de las evaluaciones planificadas en el Grupo de Calidad del departamento.

TEE: Total de evaluaciones ejecutadas.

TEP: Total de evaluaciones planificadas.

EE: Evaluación ejecutada.

Nota: en el total de evaluaciones ejecutadas no se tendrá en cuenta las abortadas.

CAPÍTULO 2

Indicador 9: Porcentaje de evaluaciones abortadas por el Grupo de Calidad del departamento.

Objetivo: De las evaluaciones planificadas por el Grupo de Calidad del departamento determinar el porcentaje de las que fueron abortadas.

Fuente de información:

- Entrevista al líder del Grupo de Calidad.

Método:

- Entrevista al líder del Grupo de Calidad.

Fórmula: $\%_{EA} = TEA * 100 / TEP$ $TEA = \sum_{i=1}^{TEP} EA$

PEA: Porcentaje de evaluaciones abortadas por el Grupo de Calidad del departamento.

TEA: Total de evaluaciones abortadas por el Grupo de Calidad del departamento.

TEP: Total de evaluaciones planificadas.

EA: Evaluación abortada por el Grupo de Calidad del departamento.

Indicador 10: Porcentaje de métricas de calidad en los productos y procesos.

Objetivo: De los proyectos de la muestra de proyectos determinar el porcentaje de aquellos que utilizan métricas de calidad.

Fuente de información:

- Plan de Mediciones de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período con Expediente de Proyecto v2.02.
- Manual de Medidas de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período con Expediente de Proyecto v3.3.
- Plan de Aseguramiento de la Calidad de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período con Expediente de Proyecto v2.02.
- Encuesta a miembros del equipo de desarrollo del proyecto i.
- Entrevista al líder del Grupo de Calidad.

Método:

- Revisión del Plan de Mediciones.

CAPÍTULO 2

- Revisión de la sección 4. Métricas del Plan de Aseguramiento de la Calidad de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período con Expediente de Proyecto v2.02.
- Revisión del Manual de Medidas de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período con Expediente de Proyecto v3.3.
- Encuesta a miembros del equipo de desarrollo del proyecto i.
- Entrevista al líder del Grupo de Calidad.

Fórmula: $\%_{PUMC} = TPMC * 100/TPM$ $TPMC = \sum_{i=1}^{TPM} PUMC$

$\%_{PUMC}$: Por ciento de proyectos que cuentan métricas de calidad.

TPMC: Total de proyectos que cuentan métricas de calidad.

TPM: Total de proyectos de la muestra.

PUMC: Proyecto que cuenta con métricas de calidad.

Indicador 11: Porcentaje de proyectos que registran las NC.

Objetivo: De los proyectos de la muestra de proyectos determinar el porcentaje de aquellos que registran las NC.

Fuente de información:

- Documento de No Conformidades o Lista de Recomendaciones.
- Registro de Evaluaciones de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período con Expediente de Proyecto v3.3.
- Registro de Revisiones de Inconsistencias de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período con Expediente de Proyecto v3.3.

Método:

- Revisar la fuente de información.

Fórmula: $\%_{PIT} = TPIT * 100/TPPR$ $TPIT = \sum_{i=1}^{TPPR} PIT$

$\%_{PIT}$: Por ciento de proyectos que registran las NC.

TPIT: Total de proyectos que registran las NC.

TPPR: Total de proyectos que hayan sido objeto de alguna prueba o revisión.

PIT: Proyecto que registran las NC.

CAPÍTULO 2

Indicador 12: Porcentaje de proyectos que aseguran y comunican el cumplimiento de las NC en tiempo.

Objetivo: De los proyectos de la muestra de proyectos determinar el porcentaje de aquellos aseguran y comunican el cumplimiento de las NC en tiempo.

Fuente de información:

- Entrevista al líder del Grupo de Calidad.
- Documento de No Conformidades o Lista de Recomendaciones.
- Acciones correctivas, preventivas o de mejora.
- Registro de Evaluaciones de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período con expediente de proyecto v3.3.

Método:

- Entrevista al líder del Grupo de Calidad.
- Revisión de la fuente de información.
- Comparar las fechas del documento de no conformidades con las fechas de la acciones correctivas.

Fórmula: $\%_{PCN} = TPCN * 100 / TPEG$ $TPCN = \sum_{i=1}^{TPM} PCN$

$\%_{PCN}$: Porcentaje de proyectos que aseguran y comunican el cumplimiento de las NC en tiempo.

TPCN: Total de proyectos que aseguran y comunican el cumplimiento de las NC en tiempo.

TPEG: Total de proyectos que han sido evaluados por el grupo de calidad del departamento.

PCN: Proyecto que aseguran y comunican el cumplimiento de las NC en tiempo.

Nota: El tiempo establecido en el departamento para dar cumplimiento a las NC es de máximo 7 días.

Indicador 13: Promedio del tiempo de respuesta a las NC detectadas por el grupo de calidad del departamento.

Objetivo: Determinar el tiempo promedio de respuesta a las NC detectadas.

Fuente de información:

- Entrevista al líder del Grupo de Calidad.
- Documento de No Conformidades o Lista de Recomendaciones.
- Acciones correctivas, preventivas o de mejora.

CAPÍTULO 2

Método:

- Entrevista al líder del Grupo de Calidad.
- Revisión de la fuente de información.

Fórmula general: $TPR = TTR/TPEG$ $TTR = \sum_{i=1}^{TPEG} TPRP$

TPR: Tiempo promedio de respuesta a las NC detectadas. (días)

TTR: Tiempo de respuesta a las NC detectadas. (días)

TPEG: Total de proyectos que han sido evaluados por el grupo de calidad del departamento.

Fórmula a nivel de proyecto: $TPRP = TTRP/TEE$ $TTRP = \sum_{i=1}^{TEE} TRP$

TPRP: Tiempo promedio de respuesta del proyecto i a las NC detectadas. (días)

TTRP: Tiempo total de respuesta a las no conformidades en el proyecto i.

TEE: Total de evaluaciones ejecutadas.

TRP: Tiempo de respuesta.

Indicador 14: Porcentaje de proyectos en los que se realiza control de cambio.

Objetivo: De los proyectos de la muestra de proyectos determinar el porcentaje de aquellos en los que se realiza control de cambio.

Fuente de información:

- Plan de Gestión de la Configuración de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período con Expediente de Proyecto v2.02.
- Plan de Desarrollo de Software de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período con Expediente de Proyecto v3.3.
- Documentos Pedido de Cambio, Solicitud de Cambio.

Método:

- Revisar la fuente de información.
- Revisar sección 9. Plan de Administración de la Configuración del Plan de Desarrollo de Software/9.3 Control de la configuración.
- La revisión de los documentos Pedido de Cambio y Solicitud de Cambio es en caso de haberse realizado estos.

Fórmula: $\%_{PRCC} = TPCC * 100/TPM$ $TPCC = \sum_{i=1}^{TPM} PRCC$

CAPÍTULO 2

$\%_{PRCC}$: Porcentaje de proyectos en los que se coordina el control de cambio.

TPCC: Total de proyectos en los que se coordina el control de cambio.

TPM: Total de proyectos de la muestra.

PRCC: Proyecto en el que se coordina el control de cambio.

Indicador 15: Porcentaje de proyectos que realizan asignación de responsabilidades para la ejecución de los procesos.

Objetivo: De los proyectos de la muestra de proyectos determinar el porcentaje de aquellos que realizan asignación de responsabilidades para la ejecución de los procesos.

Fuente de información:

- Documento Roles y Responsabilidades de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período con Expediente de Proyecto v2.02.
- Documento de Planificación de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período con Expediente de Proyecto v2.02.
- Plan de Desarrollo de Software de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período con Expediente de Proyecto v3.3.
- Encuesta a miembros del equipo de desarrollo del proyecto i.

Método:

- Revisar la fuente de información.
- Revisar sección 3. Organización del proyecto del Plan de Desarrollo de Software.
- Encuesta a miembros del equipo de desarrollo del proyecto i.

Fórmula: $\%_{PAR} = TPAR * 100/TPM$ $TPAR = \sum_{i=1}^{TPM} PAR$

$\%_{PAR}$: Porcentaje de proyectos que realizan asignación de responsabilidades.

TPAR: Total de proyectos que realizan asignación de responsabilidades.

TPM: Total de proyectos de la muestra.

PAR: Proyecto que realiza asignación de responsabilidades.

Indicador 16: Porcentaje de proyectos que imparten capacitación al equipo de desarrollo.

Objetivo: De los proyectos de la muestra de proyectos determinar el porcentaje de aquellos que imparten capacitación al equipo de desarrollo.

CAPÍTULO 2

Fuente de información:

- Plan de Capacitación de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período con Expediente de Proyecto v2.02.
- Plan de Desarrollo de Software de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período con Expediente de Proyecto v3.3.
- Encuesta a miembros del equipo de desarrollo.

Método:

- Revisar la fuente de información.
- Revisar sección 7. Plan de Capacitación del Plan de Desarrollo de Software.
- Encuesta a miembros del equipo de desarrollo donde se verifique el cumplimiento del plan de capacitación.

Fórmula: $\%_{PCE} = TPCE * 100 / TPM$ $TPCE = \sum_{i=1}^{TPM} PCE$

$\%_{PCE}$: Porcentaje de proyectos que imparten capacitación al equipo de desarrollo.

TPCE: Total de proyectos que imparten capacitación al equipo de desarrollo.

TPM: Total de proyectos de la muestra.

PCE: Proyecto que imparte capacitación al equipo de desarrollo.

Indicador 17: Porcentaje de proyectos que realizan administración de la configuración.

Objetivo: De los proyectos de la muestra de proyectos determinar el porcentaje de aquellos que realizan administración de la configuración.

Fuente de información:

- Plan de Gestión de la Configuración de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período con Expediente de Proyecto v2.02.
- Plan de Desarrollo de Software de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período con Expediente de Proyecto v3.3.
- Lista de Verificación de PPQA/IPP-3560:2009/Administración de la Configuración para proyectos con Expediente de Proyecto v3.3.
- Encuesta a miembros del equipo de desarrollo del proyecto i.

CAPÍTULO 2

Método:

- Revisión del Plan de Gestión de la Configuración de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período con Expediente de Proyecto v2.02.
- Revisión de la sección 9. Plan de Administración de la Configuración del Plan de Desarrollo de Software.
- Aplicar Lista.
- Encuesta a miembros del equipo de desarrollo del proyecto i.

$$\text{Fórmula: } \%_{PPGC} = TPPG * 100/TPM \quad TPPG = \sum_{i=1}^{TPM} PPGC$$

$\%_{PPGC}$: Por ciento de proyectos que realizan administración de la configuración.

TPPG: Total de proyectos realizan administración de la configuración.

TPM: Total de proyectos de la muestra.

PPGC: Proyecto que realiza administración de la configuración.

Indicador 18: Porcentaje de proyectos que presentan casos de prueba.

Objetivo: De los proyectos de la muestra de proyectos determinar el porcentaje de aquellos que presentan casos de prueba.

Fuente de información:

- Casos de Prueba.

Método: Revisión de los Casos de prueba de los proyectos.

$$\text{Fórmula: } \%_{PPCP} = TPPC * 100/TPM \quad TPCP = \sum_{i=1}^{TPM} PPCP$$

$\%_{PPCP}$: Por ciento de proyectos que presentan casos de prueba.

TPPC: Total de proyectos que presentan casos de prueba.

TPM: Total de proyectos de la muestra (indicador pueda ser aplicado).

PPCP: Proyecto que presenta casos de prueba.

Indicador 19: Porcentaje de proyectos que usan en las pruebas casos de prueba.

Objetivo: De los proyectos de la muestra de proyectos que presentan casos de prueba determinar el porcentaje de aquellos que hacen uso de estos.

CAPÍTULO 2

Fuente de información:

- Casos de Prueba.
- Encuesta a miembros del equipo de desarrollo del proyecto i.

Método:

- Casos de Prueba.
- Encuesta a miembros del equipo de desarrollo del proyecto i.

Fórmula: $\%_{PUCP} = TPUC * 100 / TPPC$ $TPUC = \sum_{i=1}^{TPPC} PUCP$

$\%_{PUCP}$: Porcentaje de proyectos que usan casos de prueba.

TPUC: Total de proyectos que usan casos de prueba en las pruebas realizadas.

TPPC: Total de proyectos que presentan casos de prueba y realizan pruebas.

PUCP: Proyecto que usa casos de prueba en las pruebas.

Indicador 20: Porcentaje de proyectos que usan en las revisiones o auditorías listas de chequeo.

Objetivo: De los proyectos de la muestra de proyectos determinar el porcentaje de aquellos que hacen uso de listas de chequeos.

Fuente de información:

- Listas de Chequeo.
- Encuesta a miembros del equipo de desarrollo del proyecto i.

Método:

- Listas de Chequeo.
- Encuesta a miembros del equipo de desarrollo del proyecto i.

Fórmula: $\%_{PLC} = TPLC * 100 / TPRA$ $TPLC = \sum_{i=1}^{TPRA} PLC$

$\%_{PLC}$: Porcentaje de proyectos que usan listas de chequeo.

TPLC: Total de proyectos que usan listas de chequeo.

TPRA: Total de proyectos que ha realizado revisiones o auditorías.

PLC: Proyecto que usa lista de chequeo.

CAPÍTULO 2

Indicador 21: Porcentaje de proyectos con estándares establecidos.

Objetivo: De los proyectos de la muestra de proyectos determinar el porcentaje de aquellos que tienen establecidos estándares.

Fuente de información:

- Encuesta a miembros del equipo de desarrollo del proyecto i.
- Entrevista al líder del Grupo de Calidad.
- Plan de Aseguramiento de la Calidad de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período con Expediente de Proyecto v2.02.
- Plan de Desarrollo de Software de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período con Expediente de Proyecto v3.3.

Método:

- Encuesta a miembros del equipo de desarrollo del proyecto i.
- Entrevista al líder del Grupo de Calidad.
- Revisión de estándares y guías del Plan de Aseguramiento de la Calidad de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período con Expediente de Proyecto v2.02.
- Revisión del Plan de Gestión de la Calidad/Estándares y guías del Plan de Desarrollo de Software de los proyectos de la muestra de proyectos en el presente período con Expediente de Proyecto v3.3.

Fórmula: $\%_{PEE} = TPEE * 100 / TPM$ $TPEE = \sum_{i=0}^{TPM} PEE$

$\%_{PEE}$: Porcentaje de proyectos que tienen estándares establecidos.

TPEE: Total de proyectos que tienen estándares establecidos.

TPM: Total de proyectos de la muestra.

PEE: Proyecto que utiliza tiene estándares establecidos.

Indicador 22: Registrar y comunicar los resultados de las evaluaciones y el análisis de tendencias.

Objetivo: Determinar si en la unidad organizacional se realiza un análisis de las tendencias de los resultados.

Fuente de información:

- Entrevista al líder del Grupo de Calidad.
- Acta reunión de cierre.

Método:

- Revisión del acta reunión de cierre del período.
- Entrevista al líder del Grupo de Calidad.

Fórmula: $\%_{PRC} = TPC * 100 / TPEG$ $TPC = \sum_{i=1}^{TPEG} PRC$

$\%_{PRC}$: Porcentaje de proyectos a los que se les comunicó el resultado alcanzado en sus evaluaciones.

TPC: Total de proyectos a los que se les comunicó el resultado alcanzado en sus evaluaciones.

TPEG: Total de proyectos que han sido evaluados por el grupo de calidad del departamento.

PRC: Proyecto al que se le comunicó el resultado alcanzado en sus evaluaciones.

2.7 Estrategia de recolección de la fuente de información

Para la recolección de los datos se definieron un conjunto de actividades a seguir:

1. Entrevistar o encuestar a miembros de la unidad organizacional (Líderes de proyecto, Analista principal, Líder del Grupo de Calidad).
2. Revisar la documentación necesaria para validar que se cumplen los objetivos a medir (fuente de información de indicadores propuestos, técnica de recopilación (Exscriba)).

2.8 Conclusiones Parciales

- La preparación de la evaluación permite tener claro qué parte de la organización y qué proyectos van a ser evaluados, los objetivos que se estarán midiendo, así como los indicadores y el método de evaluación que se estará utilizando. Esta información marcará las pautas a seguir para desarrollar la evaluación.
- La obtención de indicadores enfocados a medir las actividades necesarias para cumplir con el SQA de la forma establecida, tomando como apoyo el área PPQA del nivel 2 de CMMI, y la forma en la que se construyen los indicadores de implementación de la práctica favorece el control del proceso aseguramiento de la calidad por medio de su evaluación.

Capítulo 3: Realización de la evaluación e Informe de resultados

3.1 Introducción

En el presente capítulo se describen todas las actividades referentes a la realización de la evaluación y al informe de resultados, fases básicas dentro del proceso de evaluación. Dentro de las actividades desarrolladas en la fase de realización se encuentran: recogida de los datos, aplicación de los indicadores, descripción de los registros establecidos para la documentación de los datos, generación de los resultados de la evaluación, establecer las principales deficiencias encontradas y proponer un conjunto de acciones de mejora. Dentro de las actividades en la fase de informe de resultados se realizará la entrega de resultados de la evaluación, el empaquetado y archivo de las salidas de la evaluación.

3.2 Realización de la evaluación

3.2.1 Recogida de los datos

Para el cumplimiento de esta actividad se realizó el conjunto de encuestas necesarias a los involucrados en la muestra de proyecto, así como la entrevista al líder del Grupo de Calidad (ver Anexo 1 y 2). Luego se pasó a realizar la recopilación de la documentación necesaria, en la cual se incluyó toda la fuente de información vinculada a cada uno de los indicadores propuestos, por cada proyecto de la muestra (ver fuente de información de la propuesta de indicadores).

3.2.2 Aplicación de los indicadores

Para el cumplimiento de esta actividad se realizaron dos actividades principales:

Aplicar los indicadores por proyectos

Se realizó la verificación de toda la fuente de información perteneciente a cada uno de los indicadores propuestos, siendo posible la asignación de una valoración (ver Anexo 6), según método de evaluación (ver Tabla 2).

Esta actividad se aplicó la Lista de Chequeo de Revisiones Exp. v2.0 para los proyectos con Expediente de Proyecto v2.2 y aplicar la Lista de Verificación de PPQA a proyectos con expedientes de proyectos v3.3. Involucró además leer y entender el contenido de cada uno de los documentos, y cómo cada uno de ellos influye en el indicador y objetivo con los que está vinculado, así como su papel dentro del proceso.

Pasos para de la verificación de cada documento:

- Existencia del documento.
- Si el contenido está o no completo.
- Si el contenido presente es el requerido.
- Aplicar Lista de Chequeo correspondiente (para los documentos que se incluyen).
- Formato acorde con la plantilla liberada por la dirección de calidad para los datos que se estén revisando.

Establecer el nivel de cumplimiento de los indicadores

Una vez obtenida la valoración de los indicadores por proyecto, se realiza el cálculo del umbral de cumplimiento de cada uno de los indicadores según su fórmula y con este valor se clasifican de manera general, según el método de evaluación (ver Tabla 3).

3.2.3 Documentación de los datos

Para la documentación de los datos se establecieron los siguientes registros:

- Entrevista realizada al líder del Grupo de Calidad.
- Encuestas realizadas a miembros del equipo de desarrollo de cada uno de los proyectos.
- Lista de Recomendaciones.
- Debilidades y fortalezas.
- Valoración (ver Anexo 6).

3.2.4 Generar los resultados de la evaluación

Para el cumplimiento de esta actividad se realizaron dos actividades principales:

Evaluar los objetivos a medir

Una vez obtenidos los valores de los umbrales de cumplimiento de todos los indicadores, se realiza la evaluación de los objetivos a medir (ver Anexo 7) teniendo en cuenta los indicadores involucrados por cada objetivo y el método de evaluación propuesto (ver Tabla 4).

Evaluar el proceso

Luego de obtener las clasificaciones de todos los objetivos a medir del proceso Aseguramiento de la Calidad, se realiza la evaluación del proceso (ver Anexo 8) según el método de evaluación (ver Tabla 5).

3.2.5 Resultados de la evaluación

Al concluir la evaluación, la misma arrojó los siguientes resultados:

CAPÍTULO 3

De los indicadores propuestos un 27,27% tiene un cumplimiento total dentro del departamento, el 31,81% tiene un cumplimiento alto, el 22,72% se cumple parcialmente y el 18,18% es incumplido (ver Figura 3).

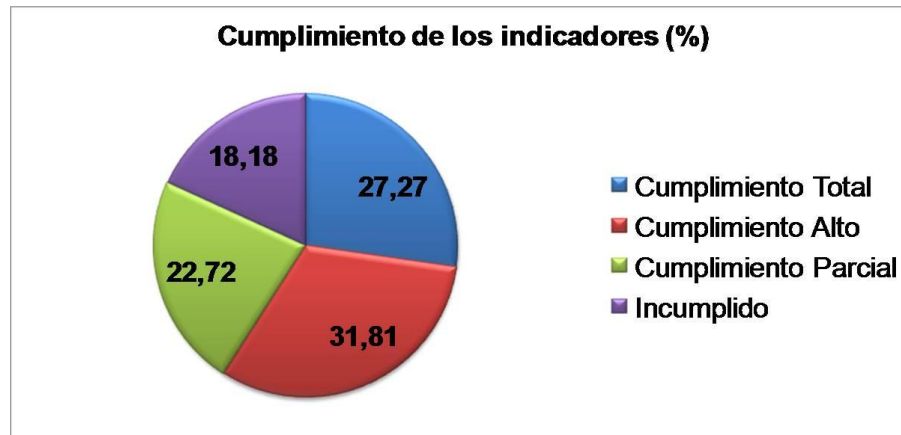


Figura 3. Cumplimiento de los indicadores (%)

Teniendo en cuenta estos datos se realizó la evaluación de los objetivos la cual arrojó que solamente el 33,33% de los objetivos a medir se satisface dentro del proceso Aseguramiento de la Calidad (ver Figura 4), por lo que el mismo resultó evaluado de no satisfactorio.

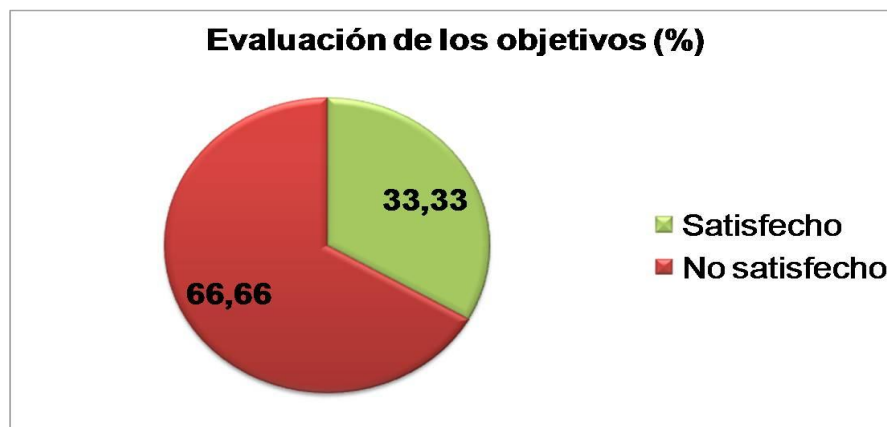


Figura 4. Cumplimiento de los objetivos (%)

Se detectaron un total de 50⁴ no conformidades entre los cuatro proyectos de la muestra y el Grupo de Calidad, de estas, 40 corresponden a la revisión de la documentación y 10 a la entrevista y a las encuestas realizadas (ver Figura 5).

⁴ En este total se tuvieron en cuenta como una, las no conformidades detectadas en más de un proyecto.

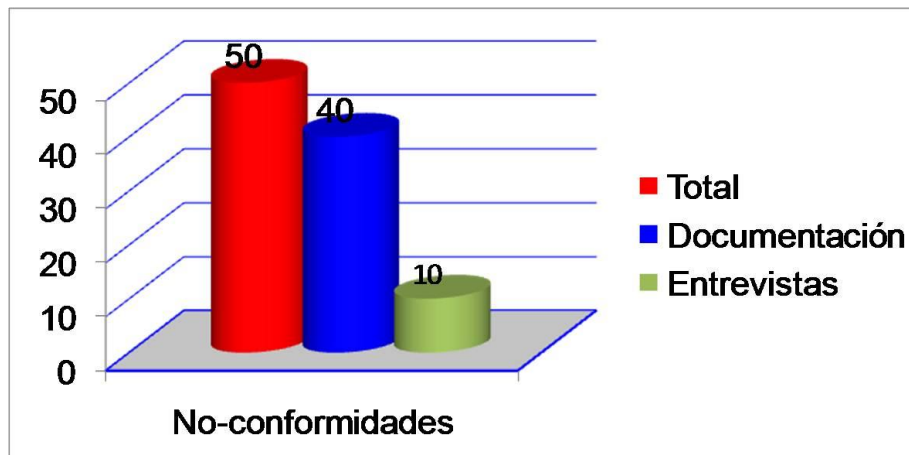


Figura 5. No conformidades detectadas

Del total de no conformidades detectadas durante las revisiones a la documentación, 4 corresponden a errores ortográficos (ver Figura 6).

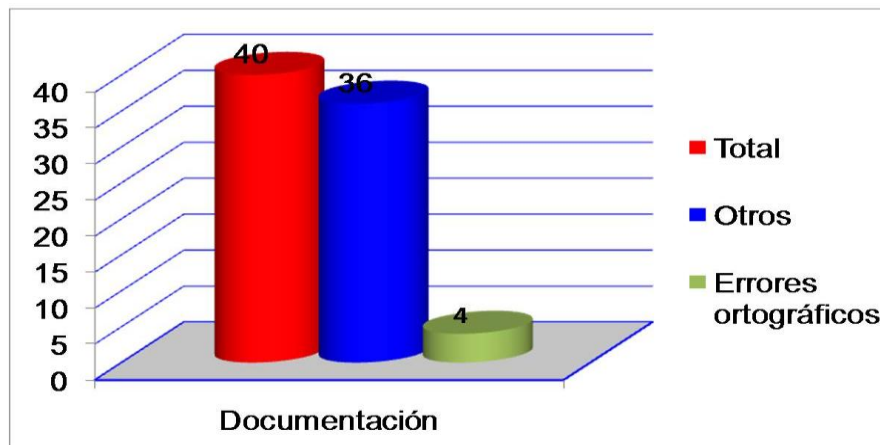


Figura 6. Errores ortográficos

3.2.6 Principales deficiencias encontradas

Las principales deficiencias encontradas durante la evaluación según los resultados de la misma son:

- Se detectaron debilidades en la documentación de los expedientes de proyecto, por ausencia de elementos requeridos.
- No se cumplen las actividades registradas en el plan de aseguramiento de la calidad, principalmente por atrasos en el cronograma del proyecto o por estar migrando la documentación al expediente de proyecto que propone CMMI.

CAPÍTULO 3

- No se desarrolla una estrategia para asegurar la calidad de los procesos y productos por desconocimiento, aunque sí existen proyectos que desarrollan un conjunto de actividades para asegurar la calidad de los procesos y productos.
- El porcentaje de proyectos que utilizan métricas es muy bajo, con un nivel de satisfacción de 37,5%.
- De manera general existe un incumplimiento al asegurar y comunicar la resolución de las NC en tiempo. El tiempo promedio de respuesta a las no conformidades en el departamento es de 11,83 días.
- Al valorar el porcentaje de proyectos que realizan asignación de responsabilidades para la ejecución de los procesos, se detectaron tres elementos que influyeron de manera negativa en el cumplimiento de este indicador: 1. No se definen las competencias necesarias para el desempeño de cada uno de los roles definidos, 2. No se realiza una asignación de las responsabilidades a los miembros del equipo de proyecto en cada una de las fases del proyecto y 3. Documentación incompleta.
- Al valorar el porcentaje de proyectos que realizan administración de la configuración, se detectaron tres elementos fundamentales que influyeron negativamente en el cumplimiento de este indicador: 1. Ausencia de estándares de codificación, 2. Ausencia de registros de las auditorías a la configuración o no realización de ellas y 3. No se cuenta con una respuesta ante una violación de la configuración.
- No se establecen registros de capacitación.
- Presencia de errores ortográficos en la documentación revisada.

3.2.7 Acciones de mejora

En este epígrafe se proponen un conjunto de acciones de mejora (ver Tabla 6) con el fin de alcanzar los objetivos propuestos en el epígrafe 2.4 para un proceso de aseguramiento de calidad exitoso y corregir las principales deficiencias encontradas.

Tabla 6. Acciones de mejora

No	Acciones de mejora	Tareas	Responsables	Indicador de
----	--------------------	--------	--------------	--------------

CAPÍTULO 3

				seguimiento
1	Establecer estrategia de aseguramiento de la calidad en cada uno de los proyectos	<p>Definir estrategia de aseguramiento de la calidad.</p> <p>Documentar la estrategia definida.</p> <p>Verificar el cumplimiento de estas actividades.</p>	<p>Miembros designados por los líderes de proyecto.</p> <p>Grupo de Calidad del departamento.</p>	Indicador 3 y 4
2	Establecer y hacer uso de métricas dentro del proceso de desarrollo del software.	<p>Establecer métricas dentro del proceso de desarrollo del software.</p> <p>Documentar las métricas a utilizar.</p> <p>Hacer uso de ellos en la construcción del producto final.</p> <p>Verificar el cumplimiento de estas actividades.</p>	<p>Miembros designados por los líderes de proyecto.</p> <p>Grupo de Calidad del departamento.</p>	Indicador 10
3	Realizar un análisis detallado entre los miembros de los proyectos y el Grupo de Calidad para establecer las principales razones de incumplimiento al asegurar y comunicar la resolución de las NC en tiempo.	<p>Coordinar el encuentro.</p> <p>Documentar las principales razones de incumplimiento.</p> <p>Solucionar los problemas a partir del análisis.</p>	<p>Líderes de proyecto.</p> <p>Grupo de Calidad del departamento.</p>	Indicador 12 y Indicador 13
4	Elaborar en cada uno de los proyectos las competencias necesarias para el desempeño	Elaborar competencias necesarias para cada rol definido.	Miembros designados por los líderes de	Indicador 15

CAPÍTULO 3

	de cada uno de los roles definidos.	Documentar estas competencias. Verificar el cumplimiento de estas actividades.	proyecto. Grupo de Calidad del departamento.	
5	Establecer estándares de codificación.	Definir estándares de codificación a utilizar en la realización de la administración de la configuración. Documentar los estándares definidos. Hacer uso de estándares definidos para la administración de la configuración. Verificar el cumplimiento de las actividades.	Miembros designados por los líderes de proyecto. Grupo de Calidad del departamento.	Indicador 17
6	Establecer registros de auditoría a la configuración.	Registrar todas las auditorías que se realicen, donde se recoja la lista de deficiencias encontradas. Verificar el cumplimiento de la actividad.	Miembros designados por los líderes de proyecto. Grupo de Calidad del departamento.	Indicador 17
7	Elaborar una estrategia de respuesta ante una violación de	Definir estrategia de respuesta ante una violación de la	Miembros designados por los líderes de	Indicador 17

CAPÍTULO 3

	la configuración.	configuración. Documentar la estrategia definida. Verificar el cumplimiento de la actividad.	proyecto. Grupo de Calidad del departamento.	
8	Establecer registros de capacitación.	Realizar un registro de los cursos de capacitación impartidos, donde se pueda apreciar al menos un reporte de asistencia. Verificar el cumplimiento de la actividad.	Miembros designados por los líderes de proyecto. Grupo de Calidad del departamento.	Indicador 16
9	Asegurar y comunicar la resolución de las no conformidades detectadas en la evaluación.	Dar solución a las no conformidades detectadas en la evaluación. Verificar el cumplimiento de la actividad.	Miembros designados por los líderes de proyecto. Grupo de Calidad del departamento.	Todos

3.3 Reportar los resultados

3.3.1 Entregar los resultados de la evaluación

Los resultados de la evaluación están recogidos en el presente documento de tesis y en los documentos generados durante la evaluación: “Debilidades y fortalezas encontradas I-P” y en la carpeta “Lista de no conformidades”. Estos serán entregados a los destinatarios designados por la organización y a miembros de la muestra de proyectos involucrados en la evaluación.

Se realizará una presentación formal de ellos con el objetivo de ser expuestos, presentados y analizados a los miembros designados.

3.3.2 Empaquetar y archivar las salidas de la evaluación

Se realizará un archivo con las salidas de la evaluación, el cual contendrá para su posterior consulta de miembros autorizados por la organización, las siguientes salidas:

- El presente documento de tesis.
- El documento “Debilidades y fortalezas encontradas I-P”.
- Carpeta “Lista de no conformidades”.
- Plan de evaluación.

3.4 Conclusiones Parciales

- La realización de la evaluación permitió establecer las principales deficiencias que presenta el proceso Aseguramiento de la Calidad en el departamento de Geoinformática y a partir de estas se establecieron una serie de acciones de mejora para erradicar estas deficiencias y alcanzar un proceso Aseguramiento de la Calidad exitoso dentro del departamento.
- La fase Informe de resultados recoge los procesos de entrega de los resultados y empaquetado de las salidas de la evaluación. A estos resultados y salidas solo tendrán acceso aquellos miembros que sean autorizados por la universidad.

Capítulo 4: Validación de los resultados

4.1 Introducción

En este capítulo se estará realizando la validación de los resultados arrojados como parte del proceso evaluativo realizado.

En un primer momento se efectuará la certificación de la propuesta de indicadores, verificando su capacidad de medir las actividades que propone el estándar ISO/IEC 15504 para alcanzar resultados exitosos en la implementación del proceso de Aseguramiento de la Calidad; y en un segundo momento se ejecutará un análisis comparativo entre las deficiencias previamente encontradas por medio de entrevista realizada al líder del Grupo de Calidad y los resultados alcanzados.

4.2 Certificación de la propuesta de indicadores

Antes de comenzar a implementar la certificación de la propuesta de indicadores se deben conocer primeramente las ventajas que presenta el estándar ISO/IEC 15504, pues ellas constituyen las razones por las que este modelo fue escogido para la certificación.

4.3.1 Ventajas del estándar ISO/IEC 15504

Las ventajas que presenta el modelo de importancia significativa en nuestra investigación son:

- Permite a través de una aproximación estructurada, valorar los procesos de software, mediante la autoevaluación y el uso de un mecanismo por el cual se obtenga confianza de los resultados de la evaluación.
- Proporciona un marco de trabajo para la evaluación de los procesos y establece los requisitos mínimos para realizar una evaluación que asegure la repetibilidad y consistencia de las valoraciones obtenidas.
- La parte ISO/IEC 15504-5: *Construcción, selección y uso de las herramientas e instrumentos de evaluación* proporciona un ejemplo de un modelo de evaluación de procesos conforme con la norma ISO/IEC 15504-2: *Modelo de referencia de procesos y capacidad de procesos*, para de esta manera realizar la evaluación de un proceso, contemplando un conjunto de indicadores de capacidades y habilidades del proceso.
- Es uno de los modelos y estándares de calidad más utilizado, de mayor prestigio y confiabilidad en la industria del software hoy día.

- CMMI fue desarrollado para ser consistente y compatible con el ISO/IEC 15504 (esta razón es muy importante pues para el desarrollo de la propuesta de indicadores se tuvieron en cuenta las prácticas específicas y genéricas del área de proceso del nivel dos de CMMI, PPQA).

4.3.2 Estructura del proceso Aseguramiento de la Calidad según ISO/IEC 15504:2006

El modelo de referencia de ISO/IEC 15504 agrupa los procesos en tres categorías relevantes en la producción de software, tomando en cuenta el ciclo de vida del proceso, siendo las siguientes: (Zamaniego, 2007).

- Procesos Primarios.
- Procesos de Soporte.
- Procesos de la Organización.

Estas categorías de procesos a su vez se subdividen en cinco categorías, tal como se muestra en la Figura 7:

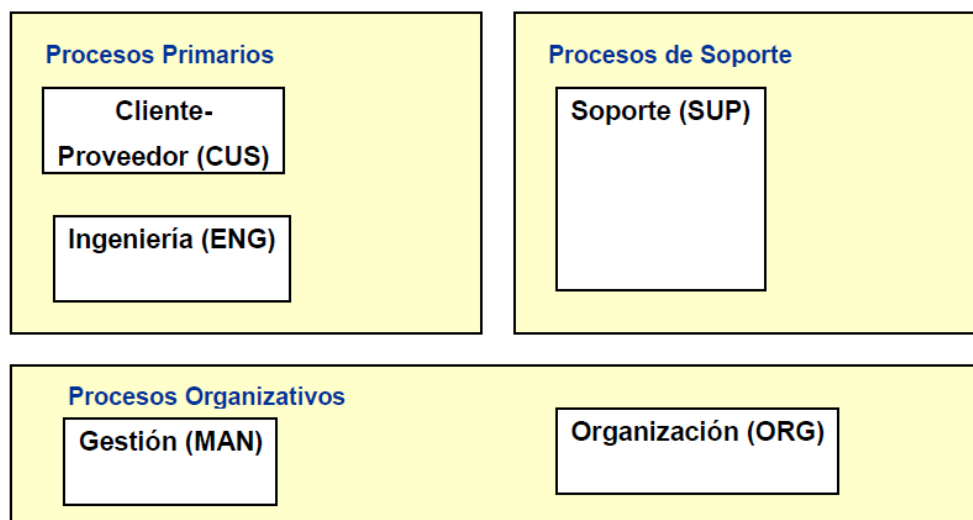


Figura 7. Categoría de procesos de software según ISO 12207 (SQI, 2011)

El aseguramiento de la calidad se encuentra dentro de la categoría de Procesos de Soporte, SUP.3: Aseguramiento de la Calidad y dentro del estándar se estructura de la siguiente manera:

Id del proceso: SUP. 3.

Nombre del proceso: Aseguramiento de la calidad.

CAPÍTULO 4

Propósito: Proporcionar seguridad en que los productos y procesos cumplen con las previsiones y planes previstos.

Resultados del proceso: Se desarrolla una estrategia para asegurar la calidad, se produce y se mantiene la evidencia del aseguramiento de calidad, se identifican y registran los problemas y/o las no conformidades con los requisitos acordados, se verifica la adhesión de los procesos, productos y actividades a las normas, procedimientos y requisitos acordados.

Para generar estos resultados, el estándar establece las siguientes actividades:

➤ **Desarrollar una estrategia para asegurar la calidad de los procesos y productos.**

Para lograr el cumplimiento de esta actividad se debe desarrollar a nivel de proyecto una estrategia de aseguramiento de la calidad y además cumplir con las actividades recogidas en la estrategia.

➤ **Definir registros de calidad.**

En esta segunda actividad se deben establecer registros de calidad que demuestren la conformidad del proceso y productos de trabajo con respecto a sus requisitos de calidad, realizando acciones tales como:

- ✓ Documentar los objetivos de calidad, calendario de las revisiones, entre otros elementos en un plan de aseguramiento de la calidad.
- ✓ Archivar tanto las pruebas realizadas como los resultados obtenidos y en el caso que se detecten no conformidades, se abrirán acciones correctivas.
- ✓ Registrar tanto las revisiones como los resultados obtenidos y en el caso de que se detecten no conformidades, se abrirán acciones correctivas.
- ✓ Documentar los casos de uso y las listas de chequeo utilizadas para la realización de las pruebas y las revisiones respectivamente.

➤ **Asegurar la calidad de las actividades de los procesos y productos de trabajo del proyecto.**

Con esta actividad se pretende proporcionar un nivel de seguridad, con la confidencialidad del nivel requerido, de que los procesos del proyecto siguen estándares específicos y que los productos de trabajo cumplen los requisitos de calidad, por lo que se deben realizar las acciones que aparecen a continuación:

CAPÍTULO 4

- ✓ Verificar la presencia de estándares y métricas de calidad en los proyectos y la aplicación de ellos.
- ✓ Realizar revisiones de calidad por medio de listas de chequeo.
- ✓ Realizar pruebas de calidad, por medio de casos de uso u otra herramienta similar.
- ✓ Establecer roles y responsabilidades para el cumplimiento de las actividades en el desarrollo del producto.
- ✓ Impartir capacitación para la preparación de los participantes en el desarrollo del producto.
- ✓ Mantener los elementos de configuración de los procesos bajo controles, mediante el establecimiento de un sistema de administración de la configuración guiado por estándares.
- ✓ Realizar un control sobre los cambios que puedan ocurrir en los procesos.

➤ **Identificar y registrar problemas y no conformidades.**

Esta actividad se debe realizar para lograr identificar y registrar los problemas y las no conformidades, la misma a su vez contiene dos acciones importantes que se listan a continuación

- ✓ Identificar los problemas o no conformidades: consiste en buscar las evidencias del correcto o incorrecto uso de los procesos de la organización en los proyectos.
- ✓ Registrar problemas o no conformidades: consiste en registrar todos y cada uno de los problemas o no conformidades detectados durante el proceso de revisión.

➤ **Trabajar sobre las no conformidades.**

En esta actividad se analizan y resuelven las desviaciones o no-conformidad con requisitos acordados u objetivos de calidad de la organización, teniendo presente las siguientes acciones a ejecutar:

- ✓ Verificar que sean resueltas las no conformidades y este cumplimiento sea comunicado.
- ✓ Verificar que la resolución de estas no conformidades se realiza dentro del tiempo establecido en la organización.

Si los indicadores propuestos en la presente evaluación son capaces de medir las actividades antes planteadas para generar los resultados de la implementación exitosa del proceso Aseguramiento de la Calidad según el estándar ISO/IEC 15504, entonces se puede afirmar que la propuesta de indicadores es válida cuando se quiere evaluar el proceso Aseguramiento de la Calidad, de lo contrario se tendrá que realizar una revisión de dicha propuesta.

4.3.3 Verificación de los indicadores

Para verificar si los indicadores son capaces de medir todas las actividades requeridas se establecen las siguientes clasificaciones:

Medida: Si existe un indicador por cada subactividad.

No medida: En otro caso.

Al establecer la comparación (ver Anexo 9) y realizar un análisis cuantitativo y cualitativo se puede apreciar que los indicadores propuestos en la presente evaluación son capaces de medir todas y cada una de las actividades antes planteadas para generar los resultados esperados de la implementación exitosa del proceso Aseguramiento de la Calidad según el estándar ISO/IEC 15504, por lo que se puede afirmar que la propuesta de indicadores es válida cuando se quiere evaluar el proceso Aseguramiento de la Calidad.

Es importante destacar en este marco, que los indicadores 9 y 13 no corresponden a ninguna de las actividades enunciadas; pero son de vital importancia pues arrojan datos imprescindibles para el manejo por parte de la organización del comportamiento del proceso, como son: porcentaje de evaluaciones abortadas por el Grupo de Calidad del departamento y promedio del tiempo de respuesta a las NC detectadas por el Grupo de Calidad del departamento.

El indicador 13 además da soporte al indicador 12: Porcentaje de proyectos que aseguran y comunican el cumplimiento de las NC en tiempo, al mostrar el tiempo promedio de respuesta a las no conformidades que son detectadas.

4.3 Análisis comparativo de los resultados

Se considera muy importante en cualquier proceso de investigación que los datos arrojados como resultados de su aplicación práctica sean lo más realista posible. Una manera de constatar esto es a través de la comparación de los resultados alcanzados con otros métodos, en este caso la entrevista, si los resultados de ambos o más métodos coinciden, considerando un rango de discrepancias, se demuestra que los principios teóricos y el desempeño individual de ambos son consistentes entre sí, de modo que prácticamente se garantiza la validez de los métodos comparados.

En la introducción del presente trabajo de investigación a través de entrevista realizada al líder del Grupo de Calidad se detectaron una serie de deficiencias en el proceso Aseguramiento de la Calidad, si se realiza un análisis comparativo entre estas deficiencias y las principales deficiencias detectadas

como resultado del proceso de evaluación (ver Anexo 10), se puede apreciar que el proceso arrojó las deficiencias encontradas a través de la entrevista inicial con un alto grado de coincidencias y otras que solo pueden ser identificadas a través de un minucioso estudio del proceso y revisión de la documentación que debe ser generada como parte de su implementación.

Por tanto, se puede constatar que los resultados alcanzados en el proceso de evaluación realizado están apegados a la realidad del estado actual del proceso Aseguramiento de la Calidad en el departamento Geoinformática.

4.4 Conclusiones Parciales

- Realizar la validación de resultados a través de la validación de la propuesta de indicadores contra un estándar internacional, da un alto grado de validez de los mismos para medir el estado actual del proceso Aseguramiento de la Calidad en el departamento Geoinformática.
- Realizar un análisis comparativo de los resultados alcanzados permite establecer cierto grado de realismo y validez de los datos obtenidos, al evidenciarse que el proceso de evaluación definido, no solo es capaz de detectar deficiencias apreciables desde la experiencia, sino que además detecta problemas que para ser encontrados requieren de un minucioso estudio del proceso y revisión de este, así como de un conjunto de indicadores enfocados a medir las actividades requeridas para implementarlo de manera satisfactoria.

CONCLUSIONES

Conclusiones

- Durante el desarrollo del presente trabajo de investigación fue cumplido el objetivo general propuesto, pues después de realizar un estudio del Aseguramiento de la Calidad, se logró formular un proceso de evaluación completo, capaz de evaluar el Aseguramiento de la Calidad en el departamento Geoinformática y detectar sus principales deficiencias.
- Hacer uso de indicadores para realizar esta evaluación permitió medir el comportamiento del proceso, establecer porcentajes del grado de cumplimiento de las actividades requeridas para una implementación exitosa del mismo y proponer acciones de mejora.
- El método de evaluación propuesto es adaptado a la entidad a la que se aplica y aunque en el mundo existen varios estándares que realizan evaluación de procesos, estos requieren de contratación de auditoría, lo que incurriría en altos costos para la organización y sus evaluaciones solo pueden ser realizadas a través de consultores certificados. En la presente evaluación no es necesario un equipo de expertos, una gran tecnología ni que en el proyecto se realicen procesos de mejora, pues esta evaluación es uno de los pasos necesarios para poder comenzar un proceso de mejora.
- A través de la aplicación de las acciones de mejora propuestas derivadas de las deficiencias encontradas como resultados de la evaluación y la aplicación reiterada del proceso de evaluación formulado, es posible controlar la calidad del proceso Aseguramiento de la Calidad en el departamento Geoinformática, permitiendo la obtención de información relevante para la toma de decisiones.

RECOMENDACIONES

Recomendaciones

Para establecer un proceso Aseguramiento de la Calidad capaz de asegurar la calidad en el desarrollo de productos (software) en el departamento Geoinformática se recomienda:

- Aplicar las acciones de mejora propuestas en la investigación, para erradicar las deficiencias encontradas.
- Evaluar y controlar periódicamente el proceso Aseguramiento de la Calidad a través del proceso de evaluación presentado, con el fin de lograr una mejora continua del mismo.
- Adaptar el proceso de evaluación para ser utilizado en otras áreas y procesos del centro.
- Realizar una aplicación informática para la automatización del proceso evaluativo presentado.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

1. **(SEI), Software Engineering Institute. 2011.** CMMI for SCAMPI Class A Appraisal Results. [En línea] septiembre de 2011. <http://asprotech.blogspot.com/2011/10/actualizacion-del-reporte-scampi-cmmi.html>.
2. **Parra, Javier Garzás, Irrazábal, Emanuel A. y Escolástica, Roberto Santa. 2011.** *Guía práctica de supervivencia en una auditoría CMMI*. España-Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática : s.n., 2011.
3. **Rojas, Mirbel Agramonte. 2011.** *Parámetros para el control estadístico del aseguramiento de la calidad del software en el Centro de Gobierno Electrónico*. 2011.
4. **Universidad de las Ciencias Informáticas. 2011.** QA-2011-MAYO-0305_Reporte de PPQA. 2011.
5. **Hayes, Will, y otros. 2005.** *Handbook for Conducting Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement (SCAMPI) B and C Appraisals*,. 2005. Version 1.1.
6. **Dirección de Calidad de la Infraestructura Productiva. 2012.** *Lista de chequeo Revisiones Exp v2.0*. 2012.
7. **QTX de México, S.A de C.V. (2011).** Qualitrain. Recuperado el 2012, de Aseguramiento de la Calidad de Software: <http://www.qualitrain.com.mx/Aseguramiento-de-la-Calidad-de-Software.html>.
8. **Chrissis, Mary Beth, Konrad, Mike y Shrum, Sandy. 2009.** *CMMI, Guía para la integración de procesos y la mejora de productos s*. 2009. Segunda Edición.
9. **DRAE. 2011.** Real Academia Española. *Real Academia Española*. [En línea] 2011. <http://rae.es/rae.html>.
10. **IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. 2006.** IEEE Standard for Software Measurement and Estimation A Practical Approach. 2006.
11. —. **1998.** IEEE Standard for Software Quality Assurance Plans. 1998.
12. —. **1990.** IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology. 1990.

BIBLIOGRAFÍA

13. **ISO-9000. 2000.** Sistemas de gestión de la calidad-Conceptos y vocabulario. *Norma Internacional ISO-9000*. 2000.
14. **ISO/IEC TR 15504-1. 1998.** Information Technology - Software Process Assessment - Part 1: Concepts and Introductory Guide. 1998.
15. **ISO/IEC-15939.** Software Measurement Process Framework.
16. **Pressman, Roger S. 2002.** *Ingeniería de software: Un enfoque práctico*. s.l. : McGraw-Hill, 2002. Quinta Edición.
17. —. **2005.** *Ingeniería de software: Un enfoque práctico*. s.l. : McGraw-Hill, 2005. Sexta Edición.
18. **Scalone, Lic. Fernanda. 2006.** *ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS MODELOS Y ESTANDARES DE CALIDAD DEL SOFTWARE*. FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL : s.n., 2006. MAESTRIA EN INGENIERIA EN CALIDAD.
19. **Vega, Carlos Lebrún, Rivera, Laura Susana Prieto y García, Arturo Santillán. 2008.** *MEJORES PRÁCTICAS PARA EL ESTABLECIMIENTO Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE SOFTWARE*. Colombia: s.n., 2008.
20. **Rojas, Mirbel Agramonte. 2011.** *Parámetros para el control estadístico del aseguramiento de la calidad del software en el Centro de Gobierno Electrónico*. 2011.
21. **Agüero, Ing.Dennis Neuland. 2011.** *Áreas del aseguramiento de la calidad*. La Habana,Cuba : s.n., 2011.
22. **(UNAD), Unión de Asociaciones y Entidades de Atención al Drogodependiente. 2011.** Tipos de Indicadores. [En línea] 2011.
http://calidad.unad.org/asesoramiento/definicion_de_indicadores.html.
23. **Parra, Javier Garzás, Irrazábal, Emanuel A. y Escolástica, Roberto Santa. 2011.** *Guía práctica de supervivencia en una auditoría CMMI*. España-Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática : s.n., 2011.
24. **Grupo Alarcos ESI-UCLM. 2011.** *Evaluación y mejora de procesos*. 2011.

BIBLIOGRAFÍA

25. **Avila, Toni Martín. 2011.** IT360. *Mejora en los procesos del ciclo de la vida del software, ISO/IEC 15504.* [En línea] 2011. [Citado el: 26 de 04 de 2012.] <http://www.it360.es/iso15504.php>.
26. **García, Zaylí Noda y Montoya, Yinimary Ortega. 2006-2007.** *ENTIDAD PROCESO DEL MODELO DE FACTORÍA DE SOFTWARE APLICANDO INTELIGENCIA.* 2006-2007.
27. **Ramírez, Mailyn Gutiérrez. 2009.** *Guía para auto-evaluar la madurez de los procesos del nivel 2 de CMMI en los proyectos productivos de la UCI.* La Habana : s.n., 2009.
28. **Pino, Francisco J., y otros. 2006.** *Medidas para Estimar el Rendimiento y Capacidad de los Procesos Software de Conformidad con ISO/IEC 15504.* 2006.
29. **Zamaniego, Mariela Zulay Torres. 2007.** *Estudio comparativo entre los estándares ISO/IEC 15504 y CMMI.* 2007.
30. **SQI. 2011.** *Software process Improvement and Capability dEtermination.* [En línea] 2011. <http://www.sqi.gu.edu.au/spice//>.
31. **QTX de México, S.A de C.V. 2011.** *Qualitrain. Aseguramiento de la Calidad de Software .* [En línea] 2011. <http://www.qualitrain.com.mx/Aseguramiento-de-la-Calidad-de-Software.html>.
32. **Vates S.A-Outsourcing and Offshore Software Development Company. 2012.** *Vates S.A, Ingeniería de software. ¿Qué es CMMI?* [En línea] 2012. <http://www.vates.com/cmmi/que-es-cmmi.html>.