



Facultad 8

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

**Propuesta de un proceso para la evaluación
de la calidad del Software Educativo y de
Gestión.**

AUTORA: Lianet Abreu Rodríguez

TUTOR: Ing. Osiris Pérez Moya

Ciudad de la Habana, junio de 2008

“Año del 50 Aniversario de la Revolución”

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

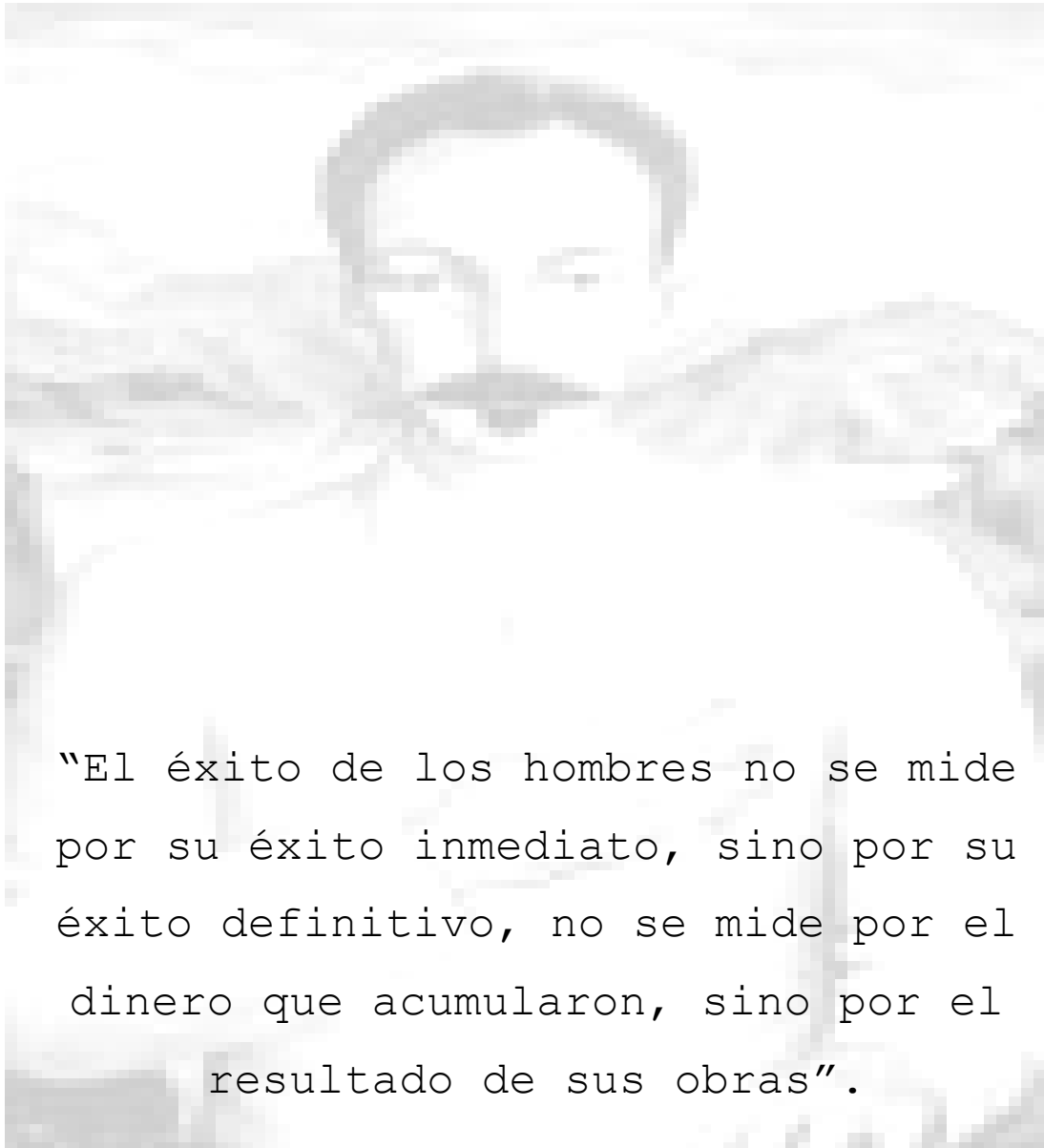
Declaro ser autor de la presente tesis y reconozco a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

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

Firma del Autor(a)

Firma del Tutor(a)

PENSAMIENTO



José Julián Martí Pérez

AGRADECIMIENTOS

A mi mamá por todo su sacrificio y dedicación, por escucharme siempre y saber comprenderme, gracias por ser la mejor madre del mundo y por toda tu confianza. Te adoro.

A mi papá por estar siempre presente cuando lo necesito, y por poner tanta confianza en mis decisiones, gracias por estar tan orgulloso de mí. Te quiero mucho.

A mi hermano (Lesdier), para quien he querido siempre ser un ejemplo, gracias por todo tu cariño y confianza, yo también te quiero mucho.

A mi nené (Nurdy), gracias por todo tu amor y confianza. Te amo.

A mis viejitos lindos (Nata y Rafael) por todo su amor.

A mis suegros (Regla y Jorge) que siempre me han apoyado en todo y han sido incondicionales conmigo.

A Fita y Orlando que han sido otros padres para mí.

A mi cosita chiquita (Michel), por su cariñito ingenuo y travieso.

A mi cuñi Idnarey, a Yunet y a Alfre, que han sido de lo mejor.

A mis tías y tíos que nunca me han dado la espalda cuando los he necesitado, especialmente mi tía Maira.

A mis primos y primas por su apoyo.

A mis compañeros de grupo y a todos los amigos tan especiales que he conocido en esta universidad, gracias por su amistad.

A mi tutor (Osiris) que nos ha apoyado en todo con la mejor disposición.

A todos los que de una forma u otra han contribuido en mi preparación profesional.

A nuestra Revolución y a Fidel, que siempre será nuestro comandante.

DEDICATORIA

A mis padres por hacerme sentir tan orgullosa de lo unidos que hemos sido siempre. Sin ustedes no hubiera podido lograr todo lo que he sido hasta hoy. Son lo más importante para mí.

A mi familia.

A mis amigos.

Lía

RESUMEN

En las empresas que se dedican a la producción de software se ha convertido en una necesidad evaluar la calidad de los mismos para asegurar que se satisfagan completamente las necesidades requeridas por los clientes. Internacionalmente existen algunos modelos y estándares vinculados a este tema. Estos no se pueden poner en práctica en el software que se produce en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) debido a que no se adaptan fácilmente a las características de la producción de este centro. Actualmente en la UCI se evalúa la calidad del software mediante auditorías, caracterizaciones y diferentes tipos de prueba, generalmente, después de finalizado el software. Esto trae como consecuencia que se detecten los errores en la etapa final y se tengan que corregir desde el inicio de su producción, ocasionando en la mayoría de los casos, un atraso en la entrega del producto y deficiencias del mismo. El objetivo de este trabajo es proponer un proceso de evaluación de la calidad para el Software Educativo y de Gestión, que se producen en la UCI. Para lograr lo planteado se hizo un estudio de la forma de evaluar la calidad de software en la UCI, así como los procesos de producción del Software Educativo y de Gestión. Luego se definió el proceso de evaluación que conforma la propuesta y se efectuó la validación de la misma. Esta propuesta es aplicable para los Software Educativos, y los de Gestión que basan su producción en lo planteado por la metodología de desarrollo Rational Unified Process (RUP). La puesta en práctica de este proceso permite que el software se termine en tiempo y con la mayor eficiencia posible.

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	I
PENSAMIENTO.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
DEDICATORIA.....	IV
RESUMEN.....	V
ÍNDICE	VI
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. Fundamentación teórica.....	4
1.1 Introducción.....	4
1.2 Calidad de software.....	4
1.2.1 Introducción a la calidad de software	4
1.3 Modelos y Estándares de evaluación de la calidad de software	7
1.3.1 Modelos de Calidad de Software	8
1.3.2 Estándares de Calidad de Software.....	14
1.3.3 Ventajas y desventajas de los Modelos y Estándares de Calidad del Software	20
1.4 ¿Cómo se evalúa la calidad del software en la Universidad de las Ciencias Informáticas?.....	23
1.5 Multimedia y Software Educativo.....	25
1.5.1 Tipologías de las multimedias.....	25
1.5.2 Características generales de las multimedias	26
1.6 Software de gestión. Características principales	27
	VI

1.6.1 Proceso Unificado Racional (RUP)	27
1.7 Conclusiones.....	30
CAPÍTULO 2. Propuesta del proceso de evaluación de la calidad para el Software Educativo y de Gestión	31
2.1 Introducción.....	31
2.2 Procesos de producción de software	31
2.2.1 Proceso de producción del Software Educativo	31
2.2.2 Proceso de producción del Software de Gestión.....	32
2.3 Proceso de evaluación de la calidad	34
2.3.1 Subproceso de evaluación para el Software Educativo.....	34
2.3.2 Subproceso de evaluación para el Software de Gestión	49
2.3.3 Modelo del subproceso de evaluación para el Software Educativo	68
2.3.4 Modelo del subproceso de evaluación para el Software de Gestión.....	71
2.4 Modelo general del proceso de evaluación de la calidad para el Software Educativo y de Gestión	74
2.5 Conclusiones.....	75
CAPÍTULO 3. Evaluación técnica de la propuesta	76
3.1 Introducción.....	76
3.2 Método para la validación de la propuesta	76
3.3 Análisis de la evaluación técnica de la propuesta.....	81
3.4 Conclusiones.....	81
CONCLUSIONES	83
RECOMENDACIONES.....	84

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	87
Anexos	88
Anexo 1.Proceso de desarrollo del Software Educativo.	88
Anexo 2. Artefactos generados en cada flujo de trabajo correspondientes al proceso de producción del Software de Gestión.....	96
Anexo 4. Guía para la evaluación.....	107
Anexo 5. Tabla de los valores del peso relativos a cada criterio.....	108
Anexo 6. Tabla para el cálculo de Concordancia.....	109
Anexo 7. Tablas para la calificación de cada criterio.	110

INTRODUCCIÓN

La evaluación de la calidad de software se ha convertido en una necesidad de las empresas que se dedican a su producción. En los últimos años este tema ha tomado un gran auge debido a que el fracaso del software es provocado generalmente porque no se tiene en cuenta la etapa de pruebas de estos proyectos en el contrato; muchas veces se hace un documento de gestión y aseguramiento de la calidad del proyecto que se incumple en la mayoría de los casos y al final vemos que el producto no satisface las necesidades que han sido pactadas con el cliente.

Otro problema que actualmente afecta el tema de la calidad de software es que los modelos y estándares de software son muy genéricos y se dificulta, en ocasiones, adaptarlo a las necesidades de la empresa productora o del cliente.

La evaluación de la calidad en la producción de software es un proceso que tiene mucha importancia para afirmar si un producto es eficiente o no. En la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) no existe tal proceso para Software Educativo y de Gestión, en estos momentos la evaluación que se realiza es a través de una auditoría que caracteriza la situación del proyecto en cualquier etapa de este; además se hace un previo análisis de criticidad del estado del producto al llegar al laboratorio de prueba, donde se realizan posteriormente las diferentes pruebas de caja blanca y caja negra. Esto trae como consecuencia que se detecten errores al final y se tengan que corregir desde la etapa inicial, ocasionando en la mayoría de los casos un atraso en la entrega del producto o deficiencia del mismo. Además de que se tengan que abortar las pruebas en caso de que se encuentre una cantidad elevada de no conformidades.¹

Por lo planteado anteriormente se decide proponer un proceso para la evaluación de la calidad que incluya procesos que ayuden a evaluar el software Educativo y de Gestión desde el inicio de su producción.

¹ Comunicación personal con el Ing. Denis Neulán, Especialista de la dirección de Calidad en la UCI.

Derivándose así el **problema de la investigación**: ¿Cómo mejorar la forma en que se evalúa la calidad del Software Educativo y de Gestión que se produce en la UCI?

El **objeto de estudio** de la investigación es: Procesos de producción y de evaluación de la calidad del software y el **campo de acción** específico a analizar es: Procesos de producción y formas de evaluación de la calidad del Software Educativo y de Gestión en la UCI.

Por lo que el **objetivo general** que se persigue es: Proponer un proceso para la evaluación de la calidad del Software Educativo y de Gestión que se produce en la UCI.

Los **objetivos específicos** serían:

1. Realizar un análisis de los modelos y estándares que existen internacionalmente vinculados a los procesos de evaluación de la calidad de software.
2. Realizar un estudio de los procesos de producción de Software Educativo y Software de Gestión.
3. Realizar un estudio de la forma de evaluación de la calidad de software en Cuba y en la UCI.
4. Proponer un proceso para la evaluación de la calidad del Software Educativo y de Gestión que se produce en la UCI.
5. Realizar la validación de la propuesta.

Para el desarrollo de la investigación se parte de la **idea a defender** que: Si se propone un proceso para la evaluación de la calidad en el Software Educativo y de Gestión se espera que aumente la calidad del software que se produce en la UCI y que se detecten los errores en etapas tempranas de la producción para así obtener productos más eficientes.

Para el cumplimiento de los objetivos trazados se han propuesto un conjunto de tareas que ayudarán a que la investigación se haga de forma eficaz, a continuación se relacionan:

1. Estudiar los modelos y estándares que existen internacionalmente para el aseguramiento de la calidad en el proceso de evaluación en la calidad de un software.

2. Estudiar cómo se evalúa la calidad del software que se produce en la UCI.
3. Realizar un estudio y análisis de los procesos de producción de Software Educativo y de Gestión en la UCI.
4. Hacer una propuesta de los procesos de evaluación de la calidad para el Software Educativo y de Gestión.
5. Validar la propuesta por un comité de expertos.

El presente trabajo está dividido en tres capítulos. En el primer capítulo, **Fundamentación teórica**, se hace un análisis crítico de la bibliografía consultada, realizando un estudio de la documentación existente acerca de los contenidos referentes a la calidad de software, así como a los modelos y estándares utilizados a nivel mundial que se relacionan con este tema. Además de un estudio de la forma en que se valúa la calidad de software en la UCI.

En el segundo capítulo, **Descripción de la propuesta**, se hace referencia a los procesos de producción de Software Educativo y de Gestión definidos en la UCI y se describe la propuesta con la importancia que contiene.

En el tercer y último capítulo, **Evaluación técnica de la propuesta**, se presentan los resultados obtenidos después de haber realizado la validación de la propuesta aplicando el método de expertos.

CAPÍTULO 1. Fundamentación teórica

1.1 Introducción

En la actualidad la calidad del software es un factor fundamental para el desarrollo del negocio de una empresa. Este trabajo de investigación pretende dar a conocer todo lo referente a la forma de evaluarla, así como algunos de los Modelos y/o Estándares de Calidad del Software existentes, los cuales son comparados a nivel Proceso y Producto. Además se hará un estudio de cómo se lleva a cabo la evaluación de la calidad en la Universidad de las Ciencias Informáticas y un análisis de la posibilidad de aplicar los Modelos y Estándares ya definidos internacionalmente en la misma.

1.2 Calidad de software

1.2.1 Introducción a la calidad de software

Haciendo un estudio en la historia de la industria del software, se pudiera iniciar caracterizando los años '60 como la era donde se aprendió a explotar la información tecnológica, comenzando a vincular el software con las operaciones diarias de las instituciones. Para los '80, la productividad incrementaba significativamente, debido a la disminución del costo y la competencia en la industria crecía considerablemente [2].

Comenzaba a surgir entonces la necesidad de analizar y evaluar los distintos atributos y características de los productos y procesos, que participan en el desarrollo y mantenimiento del software, definiéndose la década de los '90 como la era de la calidad. Hoy en día la corriente de competitividad tiene su base fundamental en el sentido de la calidad, por lo que uno de los problemas que se afrontan actualmente en la esfera de la computación es la calidad del software, lo que ha sido motivo de preocupación para especialistas, ingenieros, investigadores y comercializadores de software, los cuales han realizado gran cantidad de investigaciones al respecto con dos objetivos fundamentales:

- ¿Cómo obtener un software con calidad?
- ¿Cómo evaluar la calidad del software?

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Ambas interrogantes conllevan amplias respuestas, pero están estrechamente ligadas con el concepto de la calidad del software, que es el resultado de la primera y la fuente de la segunda.[2]

El interés por la calidad crece de forma continua, a medida que los clientes se vuelven más selectivos y comienzan a rechazar productos poco fiables o que realmente no dan respuesta a sus necesidades. Ahora bien, ¿qué es la calidad del software?

La calidad del software es “la concordancia con los requerimientos funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo documentados y con las características implícitas que se esperan de todo software desarrollado profesionalmente “ [3].

La calidad del software es el grado con el que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario. Concordancia del software producido con los requerimientos explícitamente establecidos, con los estándares y desarrollo prefijados y con los requerimientos implícitos no establecidos formalmente, que desea el usuario [4].

La calidad del software es una disciplina más dentro de la Ingeniería del Software. El principal instrumento para garantizar la calidad de las aplicaciones sigue siendo el Plan de Calidad, el cual se basa en normas o estándares genéricos y en procedimientos particulares. Los procedimientos pueden variar en cada organización, pero lo importante es que estén escritos, personalizados, adaptados a los procesos de la organización y que se sean cumplidos [1].

Teniendo en cuenta la definición anterior, se puede decir que los requisitos del software son la base de las medidas de calidad y que la falta de concordancia con los requisitos es una falta de calidad. Los estándares o metodologías definen un conjunto de criterios de desarrollo que guían la forma en que se aplica la Ingeniería del Software. Si no se sigue ninguna metodología siempre habrá falta de calidad. Todas las metodologías y herramientas tienen un único fin producir software de alta calidad [1].

La calidad del software se diseña conjuntamente con el sistema, nunca al final. En los sistemas de garantía de calidad, se observa una relación entre los precios y costos que generan fallas al producir software, costos al volver a trabajar sobre un software

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

ya desarrollado para reparar defectos, la reducción de precios al obtener una calidad más pobre, los costos del proceso de inspección del software, el costo del sistema de garantía de calidad y los beneficios obtenidos. A mayor calidad, mayores son los costos, pero mayores también los beneficios obtenidos en la fase del mantenimiento del software. Este costo hay que considerarlo dentro de todo el ciclo de vida del proyecto [1].

La calidad del software debe implementarse en todo el ciclo de vida del mismo. Las distintas actividades para la implantación del control de calidad en el desarrollo de software son: (1) Aplicación de metodología y técnicas de desarrollo, (2) Reutilización de procesos de revisión formales, (3) Prueba del software, (4) Ajustes a los estándares de desarrollo, (5) Control de cambios, mediciones y recopilación de información; y (6) Gestión de informes sobre el control de calidad [3].

Es importante destacar que la calidad del software debe ser considerada en todos sus estados de evolución (especificaciones, diseño, código, etc.). No basta con tener en cuenta la calidad del producto una vez finalizado, cuando los problemas de mala calidad ya no tienen solución o la solución es muy costosa [1].

La problemática general a la que se enfrenta el software es:

1. Aumento constante del tamaño y complejidad de los programas.
2. Carácter dinámico e iterativo a lo largo de su ciclo de vida, es decir que los programas de software a lo largo de su vida cambian o evolucionan de una versión a otra para mejorar las prestaciones con respecto a las anteriores.
3. Dificultad de conseguir productos totalmente depurados, ya que en ningún caso un programa será perfecto.
4. Se dedican elevados recursos monetarios a su mantenimiento, debido a la dificultad que los proyectos de software entrañan y a la no normalización a la hora de realizar los proyectos.
5. No suelen estar terminados en los plazos previstos, ni con los costes estipulados, ni cumpliendo los niveles deseables de los requisitos especificados por el usuario.
6. Incrementos constantes de los costes de desarrollo debido entre otros, a los bajos niveles de productividad.

7. Los clientes tienen una alta dependencia de sus proveedores por ser en muchos casos aplicaciones a "medida".
8. Procesos artesanales de producción con escasez de herramientas.
9. Insuficientes procedimientos normalizados para estipular y evaluar la calidad, costes y productividad.

Para poder afirmar si un software es eficiente o no, es necesario llevar a cabo un proceso para evaluar su calidad, el cual procura determinar, de manera más sistemática y objetiva posible, la pertinencia, eficacia, eficiencia e impacto de actividades a la luz de los objetivos específicos [1].

1.3 Modelos y Estándares de evaluación de la calidad de software

Lograr el éxito en la producción de software es hacerlo con calidad. Esto sólo es posible con la implantación de un Sistema para el Aseguramiento de la Calidad del Software directamente relacionado con la política establecida para su elaboración y que esté en correspondencia con lo definido por los modelos y estándares internacionales de calidad de software [2].

Es una gran oportunidad y un reto para la industria del software desarrollar las estrategias que le permitan un posicionamiento y un reconocimiento internacional con productos competitivos de exportación, lo que requerirá entre otras, de la elección e implantación del Modelo o Estándar de Calidad indicado, dejando de lado la informalidad que caracteriza a nuestra industria nacional de software. Pero este reto no es exclusivo de la industria del software. Las universidades tienen una alta participación y compromiso para apoyar dichas iniciativas, incentivando la discusión académica de los temas relacionados con la calidad en el proceso de desarrollo del software, desarrollando investigación aplicada con la colaboración de los empresarios, grupos de estudiantes y profesores, generando casos de estudio que permitan una mayor proximidad con los distintos actores que tienen la responsabilidad de consolidar esta industria en el país, como son el gobierno, las organizaciones de software y las universidades [1].

Implantar Modelos o Estándares de Calidad tiene como objetivo principal que las empresas desarrollen sistemáticamente, productos, bienes y servicios de mejor calidad y cumplan con las necesidades y deseos de los clientes. Para esto, se requiere

de un Modelo / Estándar que permita: (1) unir la misión de la empresa y el esfuerzo de cada área en una sinergia de resultados hacia la competitividad y la calidad de clase mundial; y (2) tener procesos y procedimientos ágiles; y comprensibles para todos los involucrados, pasando por las etapas de desarrollo, prueba, producción y satisfacción del cliente [1].

1.3.1 Modelos de Calidad de Software

Los Modelos de Calidad son aquellos documentos que integran la mayor parte de las mejores prácticas, proponen temas de administración en los que cada organización debe hacer énfasis, integran diferentes prácticas dirigidas a los procesos clave y permiten medir los avances en calidad [5].

Cada uno de los factores se descompone en un conjunto de criterios de calidad, o sea aquéllos atributos que cuando están presentes contribuyen a obtener un software de la calidad. Se trata de una visión de la calidad técnica, desde el punto de vista del producto software y se les denomina también atributos de calidad internos [1].

Finalmente para cada uno de los criterios de calidad se definen un conjunto de métricas o medidas cuantitativas de ciertas características del producto que indican el grado en que dicho producto posee un determinado atributo de calidad [1].

De esta manera, a través de un modelo de calidad se concretan los aspectos relacionados con ella de tal manera que se puede definir, medir y planificar. Además el empleo de un modelo de calidad permite comprender las relaciones que existen entre diferentes características de un producto software [1].

En contra de los modelos de calidad pesa que aún no ha quedado demostrada la validez absoluta de ninguno de ellos [1].

1.3.1.1 Modelo CMM (Capability Maturity Model)-CMMI

“CMM es una aplicación de sentido común de los conceptos de gestión de procesos y mejora de la calidad al desarrollo y mantenimiento del software” [1].

- Estudia los procesos de desarrollo de software de una organización y produce una evaluación de la madurez de la organización según una escala de cinco niveles.
- La madurez de un proceso es un indicador de la capacidad para construir un software de calidad.

- Es un modelo para la mejora de las organizaciones.
- Obliga a una revisión constante.

El CMM - CMMI es un modelo de calidad del software que clasifica las empresas en niveles de madurez. Estos niveles sirven para conocer la madurez de los procesos que se realizan para producir software [1].

Niveles CMM – CMMI

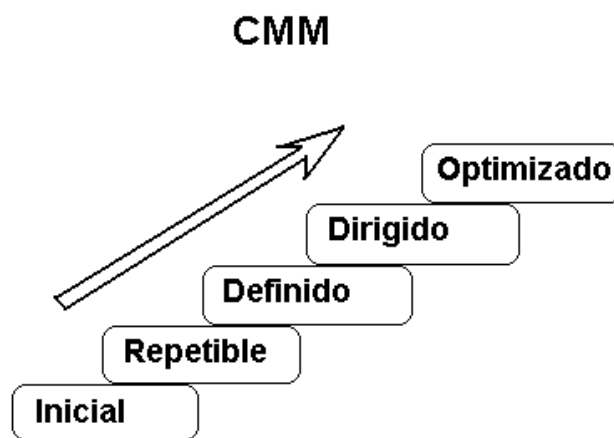


Figura 1. Los niveles CMM-CMMI.

Nivel 1: Inicial

Este nivel no provee un ambiente de desarrollo y mantenimiento de software. Se tiene un número de entradas, seguidas por cierto proceso que realmente no estaba documentado, ni se documenta. El nivel inicial representa una situación sin ningún esfuerzo en la garantía de calidad y gestión del proyecto, donde cada equipo del proyecto puede desarrollar software de cualquier forma eligiendo los métodos, estándares y procedimientos a utilizar que podrán variar desde lo mejor hasta lo peor. En este nivel lo normal es no alcanzar las metas definidas ni en tiempo, ni costos, ni recursos planeados. Se centraliza más en situaciones particulares que en la organización [1].

Nivel 2: Repetible

En este nivel se establecen políticas para administrar un proyecto de software y procedimientos para implementar las políticas establecidas. Se realizan revisiones

para detectar si el proceso está funcionando correctamente. La planificación y administración de proyectos se basa en experiencias anteriores exitosas [1].

Nivel 3: Definido

En este nivel se tiene un proceso de software estándar en la organización para desarrollar y mantener el software. Este está documentado y es implementado a lo largo de toda la organización en distintos proyectos. Este proceso es la unión de prácticas de Ingeniería de Software y de administración de procesos. La organización tiende a estandarizar sus procesos, ya que los mismos son estables y repetibles. Este representa el hecho que un desarrollador de software a definido tanto procesos técnicos como de gestión y se pretende conseguir estándares como el ISO 9001. La medición se hace en los productos y servicios [1].

Nivel 4: Administrado

Este nivel plantea la calidad y productividad respecto de las actividades del proceso de software. El nivel 4 podría llamarse “cuantitativo” ya que en él cualquier decisión es respaldada por una base cuantitativa. Se mide el progreso y los problemas. El cliente tendrá un entendimiento medible tanto de la capacidad del proceso como del riesgo que éste implica, incluso antes que el proyecto inicie. Se evalúan los procesos de software y sus productos respectivos [1].

Nivel 5: Optimizado

La empresa está en un proceso de mejoramiento continuo. El equipo es capaz de anticiparse a cualquier problema que se avecine, mejorando en forma continua y adaptándose a los cambios. Tiene como objetivo “prevenir la ocurrencia de defectos” y las organizaciones analizan los defectos para determinar sus causas. A partir de la eficiencia de nuestro proceso es posible generar informes de costo / beneficio de nuevas tecnologías o proponer cambios al proceso estándar de la organización [1].

El nivel 5 representa la analogía del software con los mecanismos de control de calidad que existen en otras industrias de mayor madurez. Para que un desarrollador alcance el nivel 5 tiene que tener cada proceso definido rigurosamente y seguirlo al pie de la letra [1].

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Nota: Alcanzar el Nivel 5 no significa que la organización ya no tenga una meta superior a la cual aspirar. Es más, si la organización no persiste en su mejoramiento continuo ésta podría bajar a un nivel inferior de la escala de CMM [1].

Los 5 niveles definidos por SEI se obtienen como consecuencia de evaluar las respuestas del cuestionario de evaluación basado en el Modelo de Capacidad de Madurez. Los resultados del cuestionario se refinan en un único grado numérico que proporciona una indicación de la madurez del proceso de una organización [1].

Las mejoras que aporta el modelo CMMi v1.1 son:

- Desarrolla un marco de actuación para permitir el crecimiento de otras disciplinas.
- Nuevo énfasis sobre el producto, así como sobre los procesos, incluyendo las interacciones con el cliente.
- Mayor importancia, desde las fases iniciales, del análisis y la medición de los procesos empresariales.
- Cobertura de servicios, así como de sistemas.
- Especial énfasis sobre la capacidad de los procesos y madurez de la organización en su conjunto (no exclusivamente en el área de ingeniería del software).
- Mejor cobertura de la gestión de ingeniería integrada.
- La educación y el entrenamiento adecuado para la mejora de la eficacia y de la eficiencia.
- Favorece el establecimiento de un ambiente adecuado para la gestión de los cambios dentro de la organización.
- Proporciona compatibilidad con los principios, requisitos y recomendaciones de la Norma ISO 9000:2000.
- Sienta las bases para que las organizaciones del sector de desarrollo del software se encaminen hacia el ciclo de la mejora continua [1].

1.3.1.2 Personal Software Process (PSP)

El Personal Software Process (PSP) es un proceso de software definido y medido diseñado para ser usado por medio de un Ingeniero de Software individual. El PSP fue

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

desarrollado por Watts Humphrey y tiene como objetivo guiar el planeamiento y desarrollo de los módulos de software o pequeños programas; y es adaptable a otras tareas del personal [1].

El PSP está basado en los principios de mejoramiento del proceso. CMM está enfocado respecto del mejoramiento de la capacidad organizacional. El enfoque de PSP es el Ingeniero individual. Para fomentar el mejoramiento a nivel personal, PSP ofrece la administración y control del proceso al Ingeniero de Software. Con PSP los Ingenieros desarrollan software usando una propuesta estructurada y disciplinada. Los Ingenieros se ocupan de: (1) seguir un proceso definido, (2) planificar, medir y seguir su trabajo, (3) administrar la calidad del producto y (4) aplicar aspectos cuantitativos para mejorar los procesos de trabajo personales [1].

El proceso de PSP consiste de un conjunto de métodos, formularios y scripts que muestran a los Ingenieros de Software cómo planificar, medir y administrar su trabajo. El PSP está diseñado para ser usado en algún lenguaje de programación o metodología de diseño, y puede ser usado en varios aspectos del trabajo de software. Consiste en un proceso de nivel 5 de CMM diseñado para calcular el costo individual [1].

El proyecto PSP estuvo apuntando a demostrar que un proceso de nivel 5 de CMM podría ser usado por un particular para desarrollar software de alta calidad. PSP requiere de la participación de todos los niveles del management. Una estrategia efectiva es primero involucrar a los principales Ejecutivos y Gerentes para luego entrenar a los Ingenieros respecto de PSP [1].

El PSP concentra las prácticas de trabajo de Ingenieros particulares. El principio de PSP es que para producir sistemas de software de calidad, todo Ingeniero que trabaje en el sistema, debe hacer un trabajo de calidad. El PSP está diseñado para ayudar a los profesionales de software a utilizar las prácticas de Ingeniería. También muestra cómo planear y seguir el trabajo, cómo usar un proceso definido y medido; y sigue el performance de estos objetivos. El PSP muestra a los Ingenieros cómo administrar la calidad desde el comienzo del trabajo, cómo analizar los resultados de cada trabajo, y cómo utilizar los resultados para mejorar el proceso en el próximo proyecto [1].

El PSP provee una estructura acerca del proceso de software y un punto de partida con el cual desarrollar sus propios procesos personales. El PSP está basado en las mismas prácticas industriales que el SEI CMM y ha sido adaptado a varias tareas de Ingeniería de Software, tales como desarrollo de requerimientos de software, especificaciones de software y casos de prueba. El PSP puede soportar pequeños proyectos por medio de procesos personales integrados a un proceso de proyecto basado en la arquitectura PSP [1].

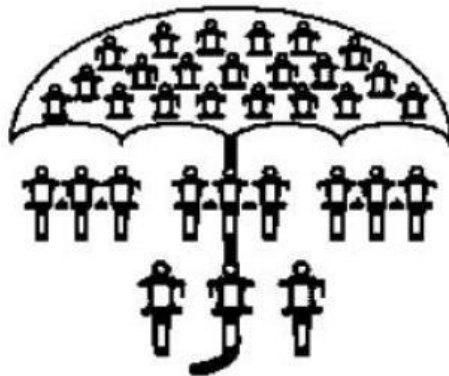
1.3.1.3 Team Software Process (TSP)

El proceso TSP (Team Software Process) fue desarrollado por Watt Humphrey en 1996. El objetivo era suministrar un proceso operacional que ayude a los Ingenieros hacer trabajos de calidad. El principal motivador para el desarrollo de TSP fue la convicción que los equipos de Ingenieros puedan hacer el trabajo de manera extraordinaria, pero solo si ellos son formados y entrenados. El objetivo del TSP es construir y guiar a los equipos. Los equipos son requeridos para la mayoría de los proyectos de Ingeniería. El desarrollo de sistemas es una actividad en equipo, y la efectividad del equipo determina la calidad de la Ingeniería. En Ingeniería, los equipos de desarrollo tienen múltiples especialidades y todos los miembros trabajan en vista de un objetivo en común [1].

Los objetivos de TSP son: (1) ayudar a los equipos de Ingeniería de Software a elaborar productos de calidad dentro de los costos y tiempos establecidos, (2) tener equipos rápidos y confiables; y (3) optimizar el performance del equipo durante todo el proyecto [1].

La formación de equipos requiere que los miembros entiendan qué y cómo hacer el trabajo; y que sus planes son alcanzables. Para hacer un trabajo disciplinado, los Ingenieros necesitan “procesos operacionales” que definan cómo es realizado el trabajo. El proceso operacional es semejante a un script y es diseñado para ser usado por los miembros del equipo. El TSP provee un proceso operacional definido que guía a los Ingenieros y Directores en los pasos para la construcción de un equipo. Con un proceso definido y un plan que sigue ese proceso, los Ingenieros son eficientes. TSP provee los procesos operacionales necesarios para formar los equipos de Ingenieros, establecer un ambiente de trabajo efectivo y guiar a los equipos en la realización del trabajo [1].

TSP es una serie de métodos que pueden ayudar a los equipos de Ingenieros a desarrollar sistemas. CMM provee la estructura de mejoramiento necesaria para el trabajo de Ingeniería. PSP provee la disciplina de Ingeniería que los Ingenieros necesitan para utilizar un proceso definido, planificado y medido [1].



CMM- mejora la capacidad de la organización y el enfoque de la Dirección.

TSP- mejora el rendimiento del equipo. Existe un enfoque respecto del proceso/producto.

PSP- mejora las falencias individuales. Tiene un enfoque respecto del personal.

Figura 2. Relación CMM, TSP y PSP.

En TSP, el principal énfasis de la calidad está en el manejo de defectos. Para administrar la calidad, los equipos deben: (1) establecer medidas de calidad, (2) determinar objetivos de calidad, (3) establecer planes para alcanzar los objetivos, (4) medir el progreso de los planes y (5) efectuar una acción de recuperación cuando no se alcanzan los objetivos [1].

Después de PSP, un paso importante en el mejoramiento del proceso de software fue la introducción de TSP (Team Software Process). El TSP es una tecnología que permite a los equipos desarrollar productos de software de manera más eficaz [1].

La aplicación de TSP y PSP produce los siguientes efectos: (1) calidad del proceso, (2) tiempo de diseño, (3) calidad del producto y (4) duración de la prueba del sistema [1].

1.3.2 Estándares de Calidad de Software

Los Estándares de Calidad son aquellos que permiten definir un conjunto de criterios de desarrollo que guían la forma en que se aplica la Ingeniería del Software. Los estándares suministran los medios para que todos los procesos se realicen de la misma forma y son una guía para lograr la productividad y la calidad [5].

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Los estándares son la clave para el manejo efectivo de la administración de la calidad. Pueden ser nacionales, internacionales, organizacionales ó de proyecto [1].

La importancia de los estándares

- Encapsulación de las mejores prácticas evita la repetición de errores del pasado.
- Existe una red de trabajo para el aseguramiento de la calidad que implica el cumplimiento de los estándares.
- Proveen continuidad: nuevos integrantes del equipo puede entender la organización si entiende los estándares que utiliza la organización [1].

Problemas con los estándares

- Pueden ser vistos como no-relevantes y desactualizados por los ingenieros de software.
- Normalmente requieren completar muchos formularios “burocráticos”.
- Si no se usan herramientas electrónicas para la ayuda del trabajo se requiere de mucho trabajo manual para mantener los documentos actualizados de acuerdo con los estándares [1].

1.3.2.1 ISO/IEC 9001:2000

La adopción de un SGC debería ser una decisión estratégica de la organización. El diseño y la implementación del SGC de una organización están influenciados por diferentes necesidades, objetivos particulares, productos suministrados, procesos empleados y tamaño y estructura de la organización. No es el propósito de esta Norma Internacional proporcionar uniformidad en la estructura de los SGC o en la documentación [1].

Esta Norma Internacional pueden utilizarla partes internas y externas, incluyendo organismos de certificación, para evaluar la capacidad de la organización para cumplir los requisitos del cliente, los reglamentarios y los propios de la organización. En el desarrollo de esta Norma Internacional se han tenido en cuenta los principios de gestión de la calidad enunciados en las Normas ISO 9000 e ISO 9004 [1].

ISO/IEC 9001:2000 promueve la adopción de un enfoque basado en procesos cuando se desarrolla, implementa y mejora la eficacia de un SGC, para aumentar la

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos. Para que una organización funcione de manera eficaz, tiene que identificar y gestionar numerosas actividades relacionadas entre sí. Una actividad que utiliza recursos, y que se gestiona con el fin de permitir que los elementos de entrada se transformen en resultados, se puede considerar como un proceso [1].

Frecuentemente el resultado de un proceso constituye directamente el elemento de entrada del siguiente proceso. La aplicación de un sistema de procesos dentro de la organización, junto con la identificación e interacciones de estos procesos, así como su gestión, puede denominarse como "enfoque basado en procesos". Una ventaja de este enfoque es el control continuo que proporciona sobre los vínculos entre los procesos individuales dentro del sistema de procesos, así como sobre su combinación e interacción [1].

Un enfoque que se utiliza dentro de un SGC enfatiza la importancia de: (1) la comprensión y el cumplimiento de los requisitos, (2) la necesidad de considerar los procesos en términos que aporten valor, (3) la obtención de resultados del desempeño y eficacia del proceso, y (4) la mejora continua de los procesos con base en mediciones objetivas [1].

Los capítulos de la ISO 9001:2000 son: (1) Objeto y campo de aplicación, (2) Referencias normativas, (3) Términos y definiciones, (4) Sistema de Gestión de la Calidad, (5) Responsabilidad de la Dirección, (6) Gestión de los Recursos, (7) Realización del Producto y (8) Medición, Análisis y Mejora [1].

El seguimiento de la satisfacción del cliente requiere la evaluación de la información relativa a la percepción del cliente acerca de si la organización ha cumplido sus requisitos. El modelo mostrado cubre todos los requisitos de esta Norma Internacional, pero no refleja los procesos de una forma detallada [1].

NOTA: De manera adicional, puede aplicarse a todos los procesos la metodología conocida como "Planificar - Hacer - Verificar - Actuar" (PHVA), la cual puede describirse brevemente como:

Planificar: establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización.

Hacer: implementar los procesos.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Verificar: realizar el seguimiento y la medición de los procesos y productos respecto a las políticas, los objetivos y los requisitos para el producto, e informar sobre los resultados.

Actuar: tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño de los procesos.

Aunque la norma ISO 9001 ha sido aceptada de manera generalizada por una gran diversidad de industrias, fue sólo hasta hace poco tiempo que un número importante de organizaciones dedicadas a la elaboración de software empezaron a investigar los requisitos y beneficios de la norma ISO 9001. Bien sea que su inspiración provenga de las necesidades de sus clientes, de la presión competitiva o del deseo de mejorar su calidad y eficiencia, muchas de estas organizaciones se interesan por estudiar los requisitos de la norma ISO 9001 con el propósito de institucionalizar los métodos de Ingeniería de Software y para someterse a evaluaciones internas y externas de sus sistemas [1].

1.3.2.2 ISO/IEC 12207:1995

La disciplina del software necesita migrar de esta proliferación a un marco común que pueda ser usado para “hablar el mismo lenguaje” al crear y administrar software. Esta norma provee este marco común, el cual cubre el ciclo de vida del software desde su conceptualización hasta su retiro, y consiste de procesos para adquirir y suministrar productos y servicios de software. Este marco permite controlar y mejorar estos procesos [1].

ISO/IEC 12207 puede ser usado para: (1) Adquirir, suministrar, desarrollar, operar y mantener software, (2) Soportar las funciones arriba mencionadas mediante el aseguramiento de calidad, administración de la configuración, revisiones conjuntas, auditorías, verificación, validación, resolución de problemas y documentación; (3) Administrar y mejorar tanto al personal como a los procesos de la organización, (4) Establecer la administración del software y los ambientes de Ingeniería basados en los procesos de ciclo de vida que se adapten para servir a las necesidades del negocio, (5) Ayudar a un mejor entendimiento entre clientes y proveedores; y entre las partes involucradas en el ciclo de vida de un producto de software y (6) Facilitar la comercialización global del software [1].

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

ISO/IEC 12207 contiene procesos, actividades y tareas a ser aplicadas durante la adquisición de un sistema que contiene software, un producto de software o un servicio de software; y durante el suministro, desarrollo, operación y mantenimiento de productos de software. Este estándar internacional provee un proceso que puede ser utilizado para definir, controlar y mejorar los procesos de ciclo de vida del software. Este estándar es escrito para los consumidores de sistemas y productos de software, y para los suministradores, desarrolladores, operadores, mantenedores, administradores, responsables de calidad de software y usuarios de productos de software [1].

ISO/IEC 12207 describe la arquitectura de los procesos de ciclo de vida del software, pero no especifica los detalles de cómo implementar o realizar las actividades y tareas incluidas en los procesos. El software no prescribe un modelo particular de ciclo de vida o un método de desarrollo de software. Este estándar agrupa las actividades que deben ser realizadas durante el ciclo de vida del software en: 5 Procesos Principales, 8 Procesos de Soporte, y 4 Procesos Organizacionales (Figura 30). Cada proceso del ciclo de vida está dividido en un conjunto de actividades donde cada actividad está dividida en un conjunto de tareas. Las subcláusulas “a.b” denota un proceso, “a.b.c.” una actividad, y “a.b.c.d.” una tarea [1].

1.3.2.3 ISO / IEC TR 15504 – SPICE

En enero de 1993, el Comité Técnico Conjunto 1 (JTC1) de la Organización Internacional para la Normalización y de la Comisión Electrotécnica Internacional (ISO/IEC) asignó al Subcomité 7 (SC7) la responsabilidad de elaborar un conjunto de normas para evaluar los procesos de software. El proyecto de elaboración de dichas normas se designa como Determinación del Mejoramiento y de la Capacidad del Proceso de Software (Software Process Improvement and Capability determination, SPICE) [1].

El propósito de la Norma para la Evaluación del Proceso de Software (Software Process Assessment Standard, SPA) consiste en examinar el proceso que utilizan las organizaciones. El objetivo es: (1) Describir los métodos que las organizaciones utilizan en la actualidad, señalando las fortalezas, las debilidades y los riesgos inherentes al proceso, (2) Determinar en qué medida son eficaces para lograr las

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

metas del proceso y (3) Determinar en qué medida forman un conjunto de métodos como punto de partida [1].

La evaluación del proceso incluye la determinación de las necesidades de la empresa, la evaluación (medición) de los procesos utilizados por la organización y el análisis de su posición actual. Los resultados del análisis se utilizan para impulsar actividades destinadas a mejorar el proceso de software o para determinar la capacidad de la organización [1].

SPICE (Software Process Improvement and Capability determinación) es un modelo de madurez de procesos internacional que proporciona un marco de trabajo para la evaluación de procesos de software. Este marco lo pueden usar organizaciones interesadas por la planificación, manejo, monitorización, control y mejora de la adquisición, suministro, desarrollo, operación y soporte de software. Este modelo es una iniciativa a nivel internacional para el desarrollo de un estándar que cubre los métodos, prácticas y aplicaciones de valoración de procesos de adquisición, desarrollo, entrega, operación, evolución y servicios de productos de software. En definitiva, desarrollar un estándar que defina la manera correcta de elegir a un proveedor de software mediante la evaluación de los procesos que dicho proveedor sigue a lo largo de todo el ciclo de vida de software [1].

La evaluación de procesos tiene dos contextos principales: (1) La mejora de los procesos y (2) La determinación de la capacidad. En el contexto de la mejora de los procesos, la evaluación de procesos permite determinar la práctica actual de una organización en términos de la capacidad de los procesos [1].

En el contexto de determinar la capacidad de procesos se analiza la capacidad de los procesos seleccionados con respecto a un perfil de madurez de proceso para identificar los riesgos que se tendrían en un proyecto usando dichos procesos. Un proceso será más o menos bueno según su capacidad y ésta se determinará en base a la experiencia con otros procesos o estudios realizados específicamente para establecerla [1].

SPICE tiene tres características principales: (1) el marco de valor que contempla una dimensión funcional de los procesos, (2) la evidencia para la evaluación y; (3) la recurrencia dada por la selección de instancias de proyectos o productos [1].

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Componentes de SPICE

Este estándar provee una estructura para la evaluación de los procesos de software, la cual puede ser usada por organizaciones relacionadas con la planificación, administración, monitoreo, control y mejoramiento en la adquisición, compra, desarrollo, operación, evolución y soporte del software [1].

La evaluación del software examina los procesos utilizados por la organización para determinar si se cumplieron los objetivos de manera efectiva. La evaluación caracteriza la práctica actual dentro de una unidad organizacional en términos de la capacidad de los procesos seleccionados. Los resultados pueden ser usados para las actividades de mejoramiento de los procesos o para la determinación de la capacidad de los procesos por medio del análisis de los resultados en el contexto de las necesidades de negocio de la organización [1].

1.3.3 Ventajas y desventajas de los Modelos y Estándares de Calidad del Software

A continuación se presenta una tabla que resume las principales ventajas y desventajas de los Modelos y Estándares que existen internacionalmente para la evaluación de la calidad de software.

Tabla 1. Ventajas y desventajas de los Modelos y Estándares.

Modelos y Estándares	Ventajas	Desventajas
Capability Maturity Model (CMM)	<p>Específico para el desarrollo y mantenimiento de software.</p> <p>Definido como un conjunto de áreas clave de procesos.</p> <p>Tiene un modelo de evaluación.</p> <p>Desde 1998 empezó a</p>	<p>No es fácil de entender (inglés, 220 páginas).</p> <p>No es fácil de aplicar (pensado para organizaciones grandes).</p> <p>La mejora no está enfocada directamente a los objetivos de negocio.</p> <p>La evaluación es costosa y no tiene período de</p>

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

	<p>popularizarse en México.</p> <p>Existen organizaciones evaluadas.</p>	<p>vigencia.</p> <p>Se está abandonando a favor de CMM-I [6].</p>
PSP / TSP	<p>Posibilita la planificación del trabajo.</p> <p>Facilita la estimación del tiempo necesario para llevarlo a cabo.</p> <p>Detecta las habilidades, fortalezas y debilidades al programar.</p> <p>Mejora la calidad y productividad del trabajo realizado.</p> <p>Hace conscientes los errores que se tienen al programar [7].</p> <p>Es una metodología basada en estimación que permite saber cuándo y cómo se desarrollan las tareas de un proceso [8].</p>	<p>Lleva un registro, planifica y maneja los distintos formularios que se requieren, lo que implica un gasto de tiempo antes, durante y después de desarrollar a cabo el programa computacional [7].</p> <p>Los ingenieros de software nunca realizan procedimientos formales para conocer la forma en que trabajan, no saben con exactitud cuántas líneas de código generan por hora, cuánto tiempo invierten al corregir un error, cuánto tiempo invierten en pruebas, etcétera [8].</p> <p>Los pasos de registro de información a detalle en el nivel de medición pueden resultar frustrantes cuando se tiene presión de tiempo [8].</p>

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

		En los scripts de PSP no se incluyen tareas y actividades para la etapa de análisis de requerimientos. Siempre se parte de una definición de requerimientos que no va a cambiar [8].
ISO/IEC 9001:2000	<p>La responsabilidad de dirección excluye pruebas y monitorización de los procesos de diseño y excluye las revisiones de diseño de la lista de actividades de verificación.</p> <p>Integra las tres normas de aseguramiento de la calidad ISO 9001, ISO 9002 e ISO 9003.</p> <p>Trata de forma más clara los requisitos del sistema para demostrar su capacidad de satisfacer las necesidades de los clientes [9].</p>	
ISO / IEC TR 15504 – SPICE	<p>Específico para el desarrollo y mantenimiento de software.</p> <p>Fácil de entender (24 procesos, 16 páginas).</p>	<p>No es práctico ni fácil de aplicar.</p> <p>Tiene solamente lineamientos para un mecanismo de</p>

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

	Definido como un conjunto de procesos. Orientado a mejorar los procesos para contribuir a los objetivos del negocio.	evaluación. Todavía no es norma internacional [6].
--	---	---

1.4 ¿Cómo se evalúa la calidad del software en la Universidad de las Ciencias Informáticas?

En estos momentos la UCI es una institución que ha tomado la delantera en la producción de software en Cuba, debido a que la aceptación de estos productos por parte de los clientes, aunque no es la óptima, es bastante favorable.

Actualmente en la universidad, para evaluar la calidad del software, primeramente se realiza una auditoría al proyecto en la etapa que los auditores decidan. Aquí se emite un criterio de evaluación general que puede ser:

- **Satisfactorio:** cuando se cumplen las disposiciones y procedimientos establecidos, se aprecia que el ambiente de orden y planificación es favorable y se cumple el plan de resultados previstos.
- **Aceptable:** cuando las deficiencias encontradas son de menor gravedad y de fácil solución, o hasta el momento no han incidido en crear un ambiente de orden y planificación desfavorable e incumplimiento en el plan de resultados previstos.
- **Deficiente:** cuando existe violación de las disposiciones y procedimientos establecidos que afectan los resultados de la organización y los recursos y capital humanos asignados al proyecto, no se detectan graves problemas pero están creadas las condiciones para que ocurran.
- **Malo:** cuando hay incumplimientos graves de las disposiciones y procedimientos establecidos, que pueden propiciar o han propiciado incumplimiento de los resultados de la entidad.
- Se emite además un criterio de evaluación de seguimiento:

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

- **En avance:** si los resultados refleja evolución con respecto a la anterior.
- **En estancamiento:** si los resultados plantean que se encuentra en el mismo estado.
- **En retroceso:** si los resultados son peores.

Para realizar esta evaluación se tienen en cuenta diferentes aspectos relacionados:

- Gestión de proyecto
- Planificación
- Ingeniería
- Expediente de proyecto

En al etapa final de la producción del software, se le realiza un análisis de criticidad del estado del mismo al llegar al laboratorio de prueba. Constantemente se verificará si el producto cumple con los requisitos mínimos para la entrada al proceso de comprobación, cada elemento tiene el peso suficiente para declarar crítico el entregable:

1. No están presentes todos los elementos componentes del sistema, producto o entregable (Hardware, Software, Partes y Documentación).
2. Se encuentran defectos significativos al ejecutar alguno de los flujos básicos (Esto resuelve las principales funcionalidades del sistema).
3. No se corresponden los requisitos funcionales documentados con los implementados en su totalidad.
4. Supera el producto de trabajo de taza de tres defectos significativos por Caso de Uso.
5. Excede el producto el número máximo de iteraciones establecidas para el producto.
6. Se cumple con más del 50% de las reglas para documentación (listas de chequeo).
7. Existe incoherencia significativa entre los elementos de diseño.
8. Existe incoherencia significativa entre los elementos de diseño e implementación.

9. Existe incoherencia significativa entre los elementos de diseño y modelo físico.
10. No existan faltas de ortografía que su número exceda la cantidad de páginas del documento en cuestión (Una falta ortográfica por página).
11. El elemento de configuración en cuestión no se ajuste al expediente del proyecto en más del 20%.

Y para finalizar, ya dentro del laboratorio de prueba, se le realizan al software la prueba de caja blanca y caja negra.²

1.5 Multimedia y Software Educativo

La multimedia es la integración sobre el mismo soporte, de elementos de naturaleza diferentes (texto, sonido), diferenciada de la monomedia donde los soportes utilizaban un solo elemento. El formador multimedia será el que utilice todos los elementos que le permiten las nuevas tecnologías para la mayor eficacia de la formación.[10]

En la actualidad se ha hecho uso de la multimedia en la producción de software educativo, término que se usa para designar genéricamente los programas para ordenador creados con la finalidad específica de ser utilizados como medio didáctico, es decir, para facilitar los procesos de enseñanza y de aprendizaje.[11]

1.5.1 Tipologías de las multimedias

- **Según los contenidos** (temas, áreas curriculares...)
- **Según los destinatarios** (criterios basados en niveles educativos, edad, conocimientos previos...)
- **Según su estructura:** tutorial (lineal, ramificado o abierto), base de datos, simulador, constructor, herramienta.
- **Según sus bases de datos:** cerrado, abierto (= bases de datos modificables)
- **Según los medios que integra:** convencional, hipertexto, multimedia, hipermedia, realidad virtual.

² Comunicación personal con el Ing. Denis Neulán, Especialista de la dirección de Calidad en la UCI.

- **Según su "inteligencia":** convencional, experto (o con inteligencia artificial)
- **Según los objetivos educativos** que pretende facilitar: conceptuales, procedimentales, actitudinales (o considerando otras taxonomías de objetivos)
- **Según las actividades cognitivas** que activa: control psicomotriz, observación, memorización, comprensión, interpretación, comparación, relación (clasificación, ordenación), análisis, síntesis, cálculo, razonamiento (deductivo, inductivo, crítico).
- **Según el tipo de interacción** que propicia: reconstructiva, intuitiva/global, constructiva.
- **Según su función en el aprendizaje:** instructivo, revelador, conjetural, emancipador.
- **Según su comportamiento:** tutor, herramienta, aprendiz.
- **Según el tratamiento de errores:** tutorial (controla el trabajo del estudiante y le corrige), no tutorial.
- **Según sus bases psicopedagógicas** sobre el aprendizaje: conductista, cognitivista, constructivista.
- **Según su función en la estrategia didáctica:** entrenar, instruir, informar, motivar, explorar, experimentar, expresarse, comunicarse, entretener, evaluar, proveer recursos (calculadora, comunicación telemática)
- **Según su diseño:** centrado en el aprendizaje, centrado en la enseñanza, proveedor de recursos. [10]

1.5.2 Características generales de las multimedia

Los buenos materiales multimedia formativos son eficaces, facilitan el logro de sus objetivos, y ello es debido al buen uso que a esta se le da por parte de los estudiantes y profesores, y a una serie de características como: la facilidad de uso e instalación, adaptación a diversos entornos, calidad del entorno audiovisual, calidad en los contenidos, fácil navegación e interacción, originalidad y uso de tecnología avanzada, capacidad de motivación, una buena adecuación a los usuarios y a su ritmo de trabajo, un enfoque pedagógico actual; todas ellas atienden diversos aspectos funcionales, técnicos y pedagógicos.

1.6 Software de gestión. Características principales

El principal objetivo de los programas de gestión es facilitar el control de datos de proveedores, clientes, representantes, artículos, presupuestos, albaranes, facturas, cobros, pagos, producción, etc. El control de todas estas características mediante un programa a medida permite la posterior ampliación de cualquier parte del programa reduciendo los costes de desarrollo y mejorando el rendimiento de los usuarios [12].

En la UCI no está definido un proceso para la producción de software de gestión, estos se basan en lo que propone la metodología de desarrollo RUP.³⁴

1.6.1 Proceso Unificado Racional (RUP)

Nuestra universidad para el buen desarrollo de los proyectos productivos utiliza el Proceso Unificado Racional (RUP), lo cual es una metodología orientada a objeto que te ayuda a obtener un producto con calidad.

RUP integra técnicas de desarrollo así como elementos de metodologías anteriores; fue creada por Jacobson, Rumbaugh y Booch como resultado de varios años de trabajo y dedicación al mundo de la Ingeniería de Software. Define *quién, cómo, cuándo y qué* debe hacerse un proyecto y utiliza lenguajes de representación visual como es el Lenguaje Unificado de Modelado (UML).

Como filosofía RUP maneja 6 principios clave [13]:

1. Adaptación del proceso

El proceso deberá adaptarse a las características propias de la organización. El tamaño del mismo, así como las regulaciones que lo condicionen, influirán en su diseño específico. También se deberá tener en cuenta el alcance del proyecto.

³ Comunicación personal con la directora de la Dirección de Producción 2 de la Infraestructura Productiva de la UCI.

⁴ Comunicación personal con la directora de la Dirección de Producción 4 de la Infraestructura Productiva de la UCI.

2. Balancear prioridades

Los requerimientos de los diversos inversores pueden ser diferentes, contradictorios o disputarse recursos limitados.

3. Colaboración entre equipos

El desarrollo de software no lo hace una única persona sino múltiples equipos. Debe haber una comunicación fluida para coordinar requerimientos, desarrollo, evaluaciones, planes, resultados.

4. Demostrar valor iterativamente

Los proyectos se entregan, aunque sea de un modo interno, en etapas iteradas. En cada iteración se analiza la opinión de los inversores, la estabilidad y calidad del producto, y se refina la dirección del proyecto así como también los riesgos involucrados.

5. Elevar el nivel de abstracción

Este principio dominante motiva el uso de conceptos reutilizables tales como patrón de software, éstos se pueden acompañar por las representaciones visuales.

6. Enfocarse en la calidad

El control de calidad no debe realizarse al final de cada iteración, sino en todos los aspectos de la producción.

Las características principales del proceso son [14]:

- Guiado por los Casos de Uso: orientan el proyecto a la importancia para el usuario y lo que este quiere.
- Centrado en la Arquitectura: relaciona la toma de decisiones que indican cómo tiene que ser construido el sistema y en qué orden.
- Iterativo e Incremental: donde divide el proyecto en mini-proyectos donde los casos de uso y la arquitectura cumplen sus objetivos de manera más depurada
- RUP define como sus principales elementos [14]:

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

- Trabajadores (“quién”): Define el comportamiento y responsabilidades (rol) de un individuo, grupo de individuos, sistema automatizado o máquina, que trabajan en conjunto como un equipo. Ellos realizan las actividades y son propietarios de elementos.
- Actividades (“cómo”): Es una tarea que tiene un propósito claro, los procesos que se determinan en cada iteración, es realizada por un trabajador y manipula elementos.
- Artefactos (“qué”): Productos tangibles del proyecto que son producidos, modificados y usados por las actividades. Puede ser un documento, un modelo, elementos dentro del modelo, código fuente y ejecutables.
- Flujo de trabajo (“cuándo”): Secuencia de actividades realizadas por trabajadores y que produce un resultado de valor observable.

El ciclo de vida de RUP [14]

RUP divide el proceso en 4 fases, dentro de las cuales se realizan varias iteraciones en número variable según el proyecto y en las que se hace un mayor o menor hincapié en las distintas actividades.

En las iteraciones de cada fase se hacen diferentes esfuerzos en varias actividades.

- **Inicio:** Se hace un plan de fases, se identifican los principales casos de uso y se identifican los riesgos. Se define el alcance del proyecto.
- **Elaboración:** Se hace un plan de proyecto, se completan los casos de uso y se eliminan los riesgos.
- **Construcción:** Se concentra en la elaboración de un producto totalmente operativo y eficiente y el manual de usuario.
- **Transición:** Se instala el producto en el cliente y se entrena a los usuarios. Como consecuencia de esto suelen surgir nuevos requisitos a ser analizados.

1.7 Conclusiones

En este capítulo se estudió todo lo que se refiere a la calidad del software, los modelos y estándares internacionales de evaluación de calidad, así como sus ventajas y desventajas. También se analizó la forma en que se evalúa la calidad del software en la UCI. Además fue necesario investigar acerca de las características del software educativo y de gestión y de los procesos de producción de estos, los cuales serán analizados en la propuesta de la solución. Después de este análisis se llegó a la conclusión de no usar estos modelos y estándares en la solución de la propuesta ya que no cumplen con las características de producción de la UCI.

CAPÍTULO 2. Propuesta del proceso de evaluación de la calidad para el Software Educativo y de Gestión

2.1 Introducción

En el presente capítulo se describen los procesos de producción del Software Educativo y de Gestión, los que se tuvieron en cuenta para proponer el proceso de evaluación de la calidad para estos tipos de software que también se plantea en el capítulo, contando además con un modelo general del mismo.

2.2 Procesos de producción de software

En la UCI está definido un proceso de producción para el Software Educativo, no siendo así para el Software de Gestión, para este se sigue lo planteado por la metodología RUP.

2.2.1 Proceso de producción del Software Educativo

El proceso de producción de software educativo en la UCI inicia cuando un cliente realiza la solicitud de un proyecto, luego se procede a ejecutar la contratación o definición del proyecto, en esta etapa se llega a un acuerdo entre las partes sobre qué es lo que realmente desea el cliente, además se acuerdan los precios. La etapa que sigue en este proceso es gestión de requisitos y análisis, en la que se define el contenido de la multimedia y el conjunto de actividades que conducen al logro de los objetivos de aprendizaje propuestos para la construcción del conocimiento. Para ello se hace una evaluación técnica del proyecto, se gestionan las medias que se utilizarán en el producto y se hace el diseño que debe ser aprobado por especialistas en el tema. La etapa de gestión de medias es la que permite seleccionar los recursos mediáticos que se utilizarán en la confección del producto multimedia. Las etapas de análisis y diseño son idénticas a las que propone el Rational Unified Process (RUP) para la aproximación a la solución del problema. El diseño gráfico es la etapa que permite crear la parte visual y que nos da la estética del producto final. Seguido procede a la construcción del producto y al final se hace todo un proceso de aceptación del producto por parte del cliente. Mientras el proceso fluye, existe otra

etapa la gestión de configuración que tiene participación en todo el proceso de producción.

A continuación se muestra el flujo general de desarrollo del Software Educativo. Para acceder a la explicación de cada una de las etapas de este proceso ver *Anexo 1*. [15]

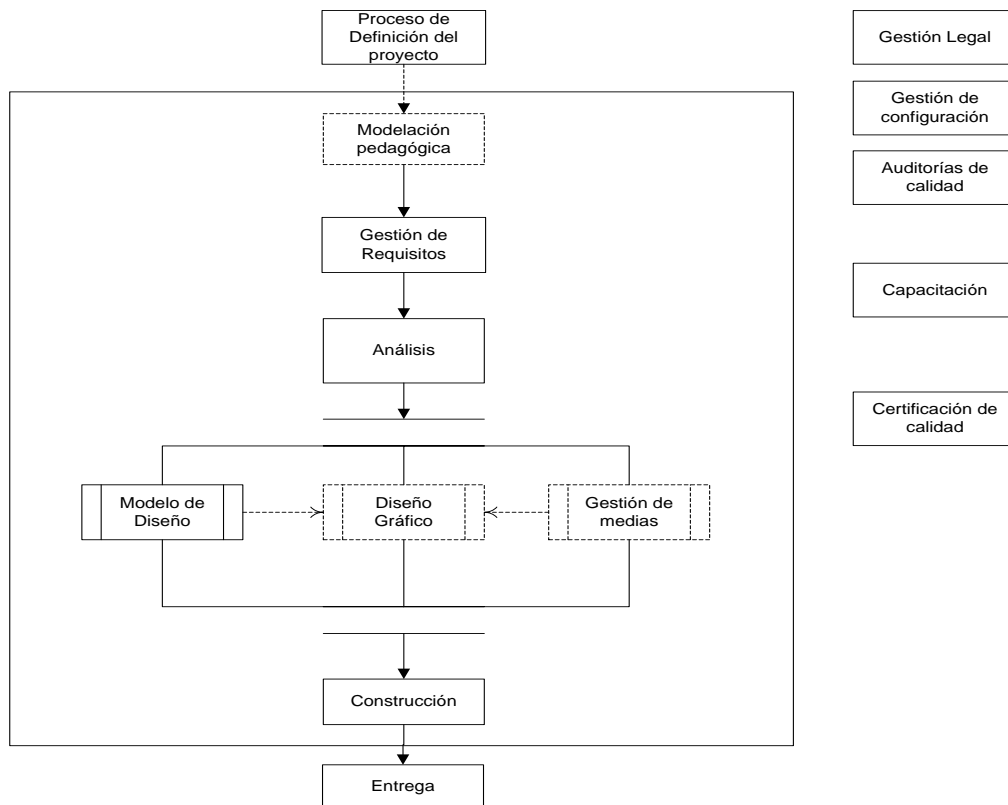


Figura 3. Flujo general de desarrollo del Software Educativo.

2.2.2 Proceso de producción del Software de Gestión

En la Universidad de las Ciencias Informáticas se realiza la producción de Software de Gestión sobre la base de los flujos de trabajo y actividades definidas por la metodología RUP, como se mencionó en el capítulo 1. Estos flujos son: [16]

Flujo de trabajo: Modelado del negocio

Este flujo de trabajo tiene como objetivos comprender la estructura y dinámica de la organización en la cual se va a implantar un sistema; comprender los problemas actuales de la organización e identificar las mejoras potenciales; asegurar que los consumidores, usuarios finales y desarrolladores tengan un entendimiento común de

la organización; así como derivar los requerimientos del sistema que va a soportar dicha organización. Para lograr esos objetivos, el proceso de modelamiento permite obtener una visión de la organización que permita definir los procesos, roles y responsabilidades de la organización.

Flujo de trabajo: Levantamiento de requisitos

Este flujo de trabajo se propone establecer y mantener el acuerdo con los clientes de lo que el sistema debe hacer, proporcionar a los diseñadores del sistema un buen entendimiento de los requisitos, además de estimar el costo y el tiempo necesarios para desarrollar el sistema, y definir un prototipo no funcional del sistema para que usuario valide los requisitos pactados.

Flujo de trabajo: Análisis y diseño

Este flujo de trabajo definido por RUP persigue transformar los requisitos en un plan del sistema; definir una arquitectura robusta para el sistema y adaptar un plan para establecer el ambiente de aplicación, diseñándolo para la implementación.

Flujo de trabajo: Implementación

Este flujo de trabajo tiene como objetivos definir la organización los subsistemas de trabajo de la institución; implementar los elementos del diseño, los componentes de la aplicación; probar los componentes desarrollados; así como integrar los resultados en un sistema ejecutable.

Flujo de trabajo: Prueba

En este flujo de trabajo se encuentra y documenta los defectos del software; se valida y demuestra la efectividad de lo que se hizo en el diseño y en el levantamiento de requisitos; se hace una validación de que el software trabaja como fue diseñado además se valida que los requerimientos se llevan a cabo apropiadamente.

Flujo de trabajo: Despliegue

Este flujo de trabajo describe las actividades asociadas con el aseguramiento del software, ya que esta disciplina debe estar disponible para los usuarios finales.

Flujo de trabajo: Administración de configuración y cambios

Este flujo de trabajo, o disciplina, como define RUP, se encarga de identificar los artículos de la configuración; restringir los cambios a esos artículos; intervenir los cambios hechos a los mismos y además definirlos y configurarlos.

Flujo de trabajo: Administración de proyecto

Este flujo de trabajo tiene como propósitos mantener un armazón en el manejo de los proyectos software-intensivos y las pautas prácticas planeando, proveyendo de personal, ejecutando y supervisando los proyectos; así como mantener un armazón ante cualquier riesgo.

Flujo de trabajo: Ambiente

Este flujo de trabajo tiene como objetivos configurar los procesos de un proyecto; describir el desarrollo de las actividades apoyado en el proyecto; y proporcionar un ambiente agradable al software.

Para analizar los artefactos que se generan en cada flujo de trabajo y obtener una breve descripción de cada uno de ellos ver *Anexo 2*.

2.3 Proceso de evaluación de la calidad

A continuación se explica la solución de la propuesta, este proceso de evaluación es para cualquier Software Educativo y los de Gestión que se desarrollan basándose en lo que propone la metodología RUP producidos en la UCI. Es un mismo proceso de evaluación, pero se ha dividido en dos subprocesos y estos a su vez en etapas para un mejor entendimiento.

2.3.1 Subproceso de evaluación para el Software Educativo

Etapas 1: Evaluación de la definición del proyecto.

Etapas donde se revisan los resultados de la definición del proyecto, para esta etapa de revisión son necesarios los artefactos generados en la etapa de definición del proyecto:

- Solicitud del proyecto.

- Guión de contenido.
- Definición de estrategia de trabajo.
- Definición de líder de proyecto (identificar las competencias que debe tener).
- Definición de equipo de trabajo (definir conocimientos básicos o cursos para capacitar).
- Control de los contactos de los integrantes del equipo.
- Establecimiento de las políticas de Gestión de configuración y salvas.
- Se registra cada evento en el documento bitácora. (fechas de entregas, acuerdos e incumplimientos).
- Cronograma general e inicial del proyecto.
- Documento Visión.

En cada una de las etapas de revisión que se proponen, se incluye una actividad encargada de corregir los errores encontrados.

Participan:

Revisor técnico: Encargado de revisar todos los documentos generados en la definición del proyecto, centra su atención en el cumplimiento de las plantillas destinadas para los artefactos resultantes en la definición del proyecto, y en la redacción de estos.

Especialista en pedagogía: Se encarga de revisar el guión de contenidos, así como su estructura. Asegura que el contenido es el adecuado para la audición seleccionada, y que se cumplen con los parámetros pedagógicos establecidos como formas de evaluación, etc.

Especialista de la dirección técnica: Analiza los temas referentes a la gestión de configuración. Asegura el cumplimiento de las pautas definidas para aplicar la gestión de configuración y salvas del proyecto, así como la definición de los elementos de configuración, el comité de control de cambios y el proceso de cambios en el proyecto.

Especialista de la dirección de producción: Encargado de revisar el cronograma general e inicial del proyecto, la definición de estrategia de trabajo, identifica además

las competencias que debe tener el líder de proyecto, así como los conocimientos básicos o cursos que se deben dar para capacitar al equipo de desarrollo; revisa el control de los contactos que tienen intereses en el proyecto y asegura que el proyecto es viable para la universidad, o sea, revisa el contrato.

Especialista de Software Educativo: Encargado de garantizar que exista concordancia entre el contenido de la multimedia y el mapa de navegación.

Vicedecano de producción: Trabaja junto con el especialista de la dirección de producción; además se encarga de chequear el avance del proyecto, o sea, el cumplimiento del cronograma definido así como gestionar los recursos necesarios para que el proyecto se desarrolle con la calidad requerida.

Resultados:

- Solicitud del proyecto [revisado].
- Guión de contenido [revisado].
- Definición de estrategia de trabajo chequeada [revisado].
- Definición de líder de proyecto (identificar las competencias que debe tener) [revisado].
- Definición de equipo de trabajo (definir conocimientos básicos o cursos para capacitar) [revisado].
- Control de los contactos de los integrantes del equipo [revisado].
- Establecimiento de las políticas de Gestión de configuración y salvadas [revisado].
- El registro de cada evento en el documento bitácora. (fechas de entregas, acuerdos e incumplimientos) [revisado].
- Cronograma general e inicial del proyecto [revisado].
- Documento Visión [revisado].
- Documento de No Conformidades.

A continuación se presenta el diagrama de actividades correspondiente a esta etapa de evaluación, donde se tiene como primera actividad analizar los artefactos generados en la etapa Definición del proyecto del proceso de producción.

Posteriormente estos son revisados por los trabajadores definidos y si no tienen errores se continúa con la siguiente etapa del proceso de evaluación. De lo contrario, en caso de existir errores, estos son corregidos y nuevamente revisados, y así sucesivamente hasta que todos los artefactos queden completamente revisados.

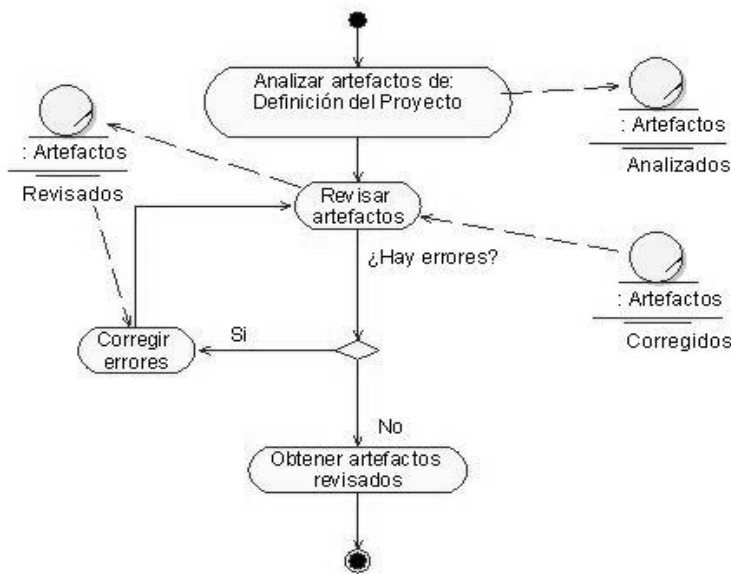


Figura 4. Diagrama de actividades de la evaluación de la definición del proyecto.

Etapa 2: Evaluación de la gestión de requisitos y análisis

En esta etapa se deben revisar los resultados de la etapa de Gestión de requisitos y análisis en la cual se necesitan los siguientes artefactos generados en la etapa de gestión de requerimientos y análisis:

- Guión técnico.
- Planillas de medias.
- Documento técnico.
- Documento bitácora [actualizado].

Participan:

Revisor técnico: Encargado de revisar todos los documentos generados en la Gestión de requisitos y análisis, centra su atención en el cumplimiento de las plantillas destinadas para los artefactos resultantes, y en la redacción de estos.

Especialista en pedagogía: Se encarga de revisar el guión de contenidos, así como su estructura. Asegura que el contenido es el adecuado para la audición seleccionada, y que se cumplen con los parámetros pedagógicos establecidos como formas de evaluación, etc.

Especialista de software educativo: Se encarga de revisar, en conjunto con el revisor técnico y la persona designada por la entidad que solicita el producto, el guión técnico.

Persona designada por la entidad que solicita el producto: Se encarga de revisar el guión técnico.

Resultados:

- Guión técnico chequeado [revisado].
- Planillas de medias [revisado].
- Documento técnico [revisado].
- Actualización del documento bitácora [revisado].
- Documento de No Conformidades.

A continuación se presenta el diagrama de actividades correspondiente a esta etapa de evaluación, donde se tiene como primera actividad analizar los artefactos generados en la etapa Gestión de requisitos y análisis del proceso de producción. Posteriormente estos son revisados por los trabajadores definidos y si no tienen errores se continúa con la siguiente etapa del proceso de evaluación. De lo contrario, en caso de existir errores, estos son corregidos y nuevamente revisados, y así sucesivamente hasta que todos los artefactos queden completamente revisados.

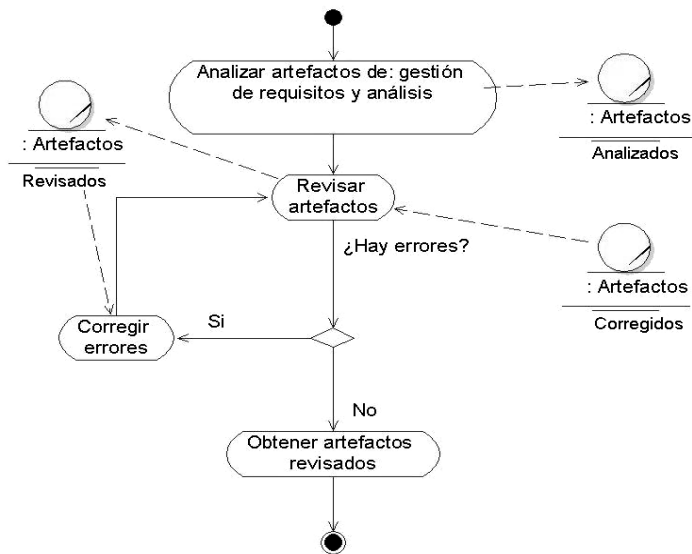


Figura 5. Diagrama de actividades de la evaluación de la gestión de requisitos y análisis.

Etapa 3: Revisión de la evaluación técnica

En esta etapa se revisa la especificación de los productos a elaborar, se revisa además la recomendación de la arquitectura a usar para la producción del software así como la arquitectura organizativa para acometer la producción, para la cual se necesitan el siguiente artefacto generado en la etapa de evaluación técnica:

- Documento de diagnóstico de producción
- Documento de la arquitectura.

Participan:

Especialista de la dirección técnica: Encargado de revisar la arquitectura propuesta por el equipo de desarrollo.

Revisor técnico: Encargado de revisar todos los documentos generados en la evaluación técnica, centra su atención en la redacción de estos.

Resultados:

- Documento de diagnóstico de producción [revisado].
- Documento de la arquitectura [revisado].
- Documento de No Conformidades.

A continuación se presenta el diagrama de actividades correspondiente a esta etapa de evaluación, donde se tiene como primera actividad analizar los artefactos generados en la etapa Evaluación técnica del proceso de producción. Posteriormente estos son revisados por los trabajadores definidos y si no tienen errores se continúa con la siguiente etapa del proceso de evaluación. De lo contrario, en caso de existir errores, estos son corregidos y nuevamente revisados, y así sucesivamente hasta que todos los artefactos queden completamente revisados.

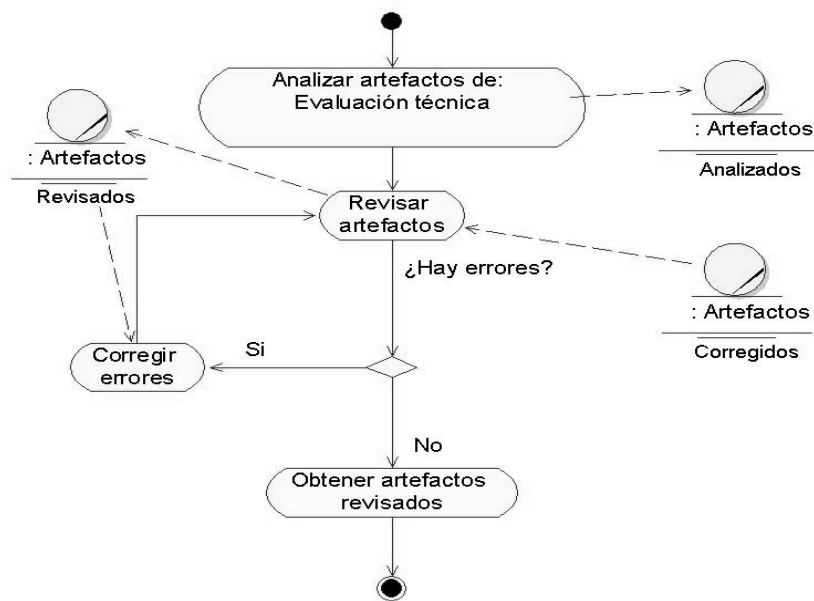


Figura 6. Diagrama de actividades de la evaluación técnica.

Etapa 4: Evaluación de la gestión de medias

En esta etapa se revisan las medias gestionadas para la producción del software educativo, para la cual se necesitan los artefactos generados en la etapa de Gestión de medias:

- Documento de Solicitud de Media.
- Definición de una prioridad a la solicitud.
- Designación del Responsable por la dirección de comunicación audio visual.
- Planilla de medias entregadas
- Medias copiadas en el servidor de medias.

- Listado de las medias no aceptadas.
- Carta de Aceptación de Medias.

Participan:

Especialista de la dirección audiovisual: Se encarga de chequear que las medias cumplan con las pautas existentes en la universidad para gestionar medias, además revisa listado de las medias que no fueron aceptadas.

Jefe de líneas: Encargado de verificar que las medias se ajusten a los parámetros definidos, pautas, y que concuerden los nombre con los de las plantillas de solicitud.

Líder del proyecto y el Guionista: Encargado de revisar las decisiones tomadas ante las medias que no fueron posible encontrar y que no se pueden producir.

Vicedecano de producción: Trabaja junto con el especialista de la dirección de producción; además se encarga de chequear el avance del proyecto, o sea, el cumplimiento del cronograma definido así como gestionar los recursos necesarios para que el proyecto se desarrolle con la calidad requerida.

Revisor técnico: Encargado de revisar todos los documentos generados en la Gestión de medias, además revisa la carta de aceptación de medias, centra su atención en el cumplimiento de las plantillas destinadas para los artefactos resultantes, y en la redacción de estos.

Especialista de Software Educativo: Encargado de revisar la carta de aceptación de medias.

Resultados:

- Documento de Solicitud de Media [revisado].
- Definición de una prioridad a la solicitud [revisado].
- Designación del Responsable por la dirección de comunicación audio visual [revisado].
- Planilla de medias entregadas [revisado].
- Medias copiadas en el servidor de medias [revisado].
- Listado de las medias no aceptadas [revisado].

- Carta de Aceptación de Medias [revisada].
- Documento de No Conformidades

A continuación se presenta el diagrama de actividades correspondiente a esta etapa de evaluación, donde se tiene como primera actividad analizar los artefactos generados en la etapa Gestión de medias del proceso de producción. Posteriormente estos son revisados por los trabajadores definidos y si no tienen errores se continúa con la siguiente etapa del proceso de evaluación. De lo contrario, en caso de existir errores, estos son corregidos y nuevamente revisados, y así sucesivamente hasta que todos los artefactos queden completamente revisados.

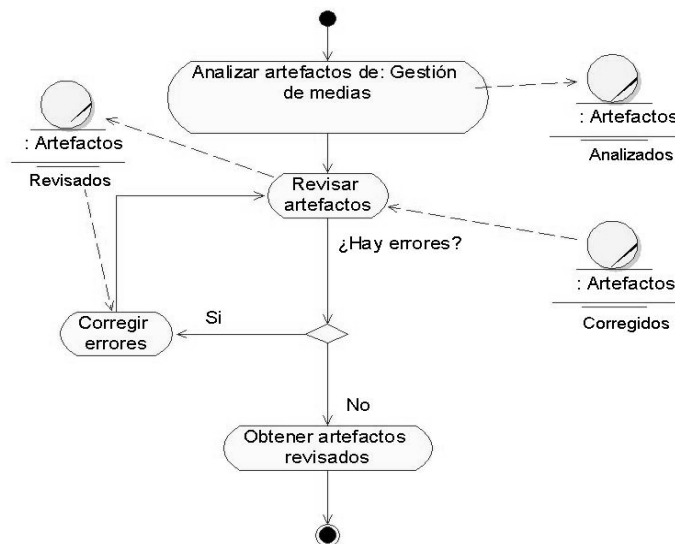


Figura 7. Diagrama de actividades de la evaluación de la gestión de medias.

Etapa 5: Evaluación de la gestión de diseño gráfico

El objetivo de esta etapa es revisar los resultados de la etapa de Gestión de diseño gráfico, para ello se necesitan los siguientes artefactos:

- Designación por la dirección de diseño de un diseñador.
- Definir tiempo de respuesta de entrega de cronograma.
- Acta de la reunión.
- Tiempo de entrega de cronograma, las pautas y la propuesta de diseño inicial.

- Pautas de Diseño Gráfico.
- Propuesta inicial, Carta de Aceptación de Propuesta de diseño.
- Cronograma de realización.
- Documento: Carta de aceptación.

Participan:

Dirección de Producción: Trabaja junto con el Vicedecano de producción, además se encarga de chequear el avance del proyecto, o sea, el cumplimiento del cronograma definido así como gestionar los recursos necesarios para que el proyecto se desarrolle con la calidad requerida.

Especialista de la dirección de diseño: Encargado de revisar que el diseño visual requerido para la producción cumple con las pautas existentes en la universidad para la obtención del diseño visual

Guionista: Analiza la concordancia entre el guión de contenido y las medias gestionadas.

Persona designada por parte de la entidad que solicita el producto: Es miembro del equipo que aprueba las medias gestionadas.

Resultados:

- Designación por la dirección de diseño de un diseñador [revisado].
- Definir tiempo de respuesta de entrega de cronograma [revisado].
- Acta de la reunión [revisado].
- Tiempo de entrega de cronograma, las pautas y la propuesta de diseño inicial [revisado].
- Pautas de Diseño Gráfico [revisado].
- Propuesta inicial, Carta de Aceptación de Propuesta de diseño [revisado].
- Cronograma de realización [revisado].
- Documento: Carta de aceptación [revisado].
- Documento de No Conformidades

A continuación se presenta el diagrama de actividades correspondiente a esta etapa de evaluación, donde se tiene como primera actividad analizar los artefactos generados en la etapa Gestión de diseño gráfico del proceso de producción. Posteriormente estos son revisados por los trabajadores definidos y si no tienen errores se continúa con la siguiente etapa del proceso de evaluación. De lo contrario, en caso de existir errores, estos son corregidos y nuevamente revisados, y así sucesivamente hasta que todos los artefactos queden completamente revisados.

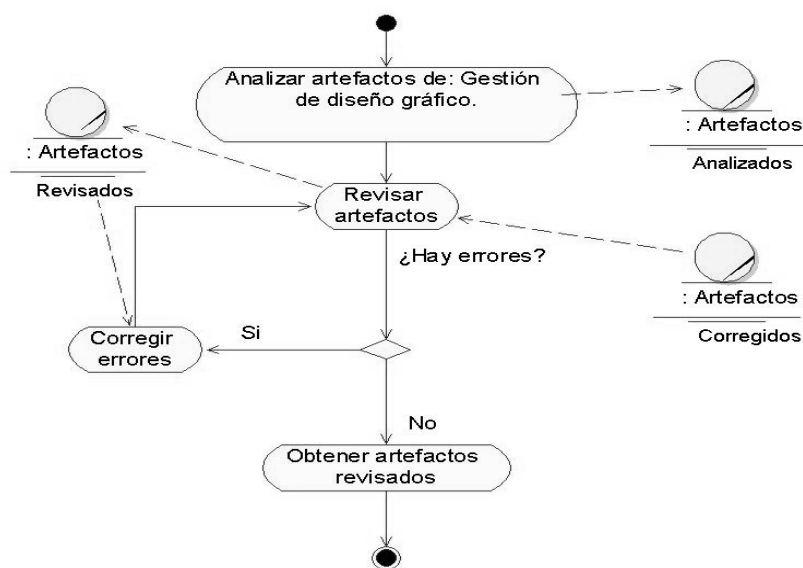


Figura 8. Diagrama de actividades de la evaluación de la gestión de diseño gráfico.

Etapa 6: Evaluación de la construcción

En esta etapa se revisan los resultados de la etapa de construcción, para la misma se necesitan los siguientes artefactos:

- Cronograma de trabajo
- Documento bitácora [actualizado].
- Entregables parciales
- Listado de errores
- Plan de corrección de errores
- Entregable parcial corregido

- Validación del cliente
- Carta de aceptación
- Plan de corrección de errores.

Participan:

Asegurador de calidad del proyecto: es el responsable de velar por la calidad dentro del proyecto y de o entregables que se generen, define un grupo de documentos con el objetivo de asegurar y controlar la calidad del proyecto y del producto, además de facilitar la organización interna del equipo de trabajo.

Cliente: Se encarga de validar los entregables una vez que han sido probados y están listos para ser liberados.

Revisor técnico: Encargado de revisar todos los documentos generados en esta etapa, centra su atención en el cumplimiento de los documentos destinados para los artefactos resultantes, y en la redacción de estos.

Director de Producción: Trabaja junto con el Vicedecano de producción, además se encarga de chequear el avance del proyecto, o sea, el cumplimiento del cronograma definido así como gestionar los recursos necesarios para que el proyecto se desarrolle con la calidad requerida.

Probador: Es el encargado de probar el entregable y asegura si este cumple con las especificaciones pactadas.

Resultados:

- Cronograma de trabajo [revisado].
- Actualización del documento bitácora [revisado].
- Entregables parciales [revisado].
- Listado de errores [revisado].
- Plan de corrección de errores [revisado].
- Entregable parcial corregido [revisado].
- Validación del cliente [revisado].

- Carta de aceptación [revisada].
- Plan de corrección de errores [revisado].
- Documento de No Conformidades

A continuación se presenta el diagrama de actividades correspondiente a esta etapa de evaluación, donde se tiene como primera actividad analizar los artefactos generados en la etapa Construcción del proceso de producción. Posteriormente estos son revisados por los trabajadores definidos y si no tienen errores se continúa con la siguiente etapa del proceso de evaluación. De lo contrario, en caso de existir errores, estos son corregidos y nuevamente revisados, y así sucesivamente hasta que todos los artefactos queden completamente revisados.

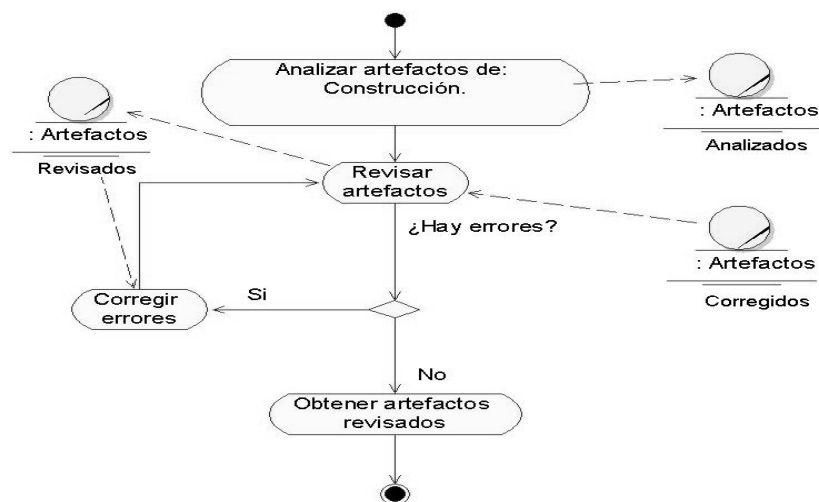


Figura 9. Diagrama de actividades de la evaluación de la construcción.

Etapa 7: Evaluación de la aceptación final del producto

En esta etapa se revisan todos los artefactos que el cliente debe tener, los cuales son:

- Carta de aceptación del producto
- Producto.
- Especificaciones de requisitos.

Participan:

Revisor técnico: Encargado de revisar todos los documentos generados en la Aceptación final del producto, además revisa la carta de aceptación del producto, centra su atención en el cumplimiento y en la redacción de esta.

Especialista de Software Educativo: Encargado de revisar la carta de aceptación del producto.

Cliente: Encargado de revisar que el software cumpla con las necesidades solicitadas por él.

Resultados:

- Carta de aceptación del producto [revisado]
- Documento de No Conformidades.

A continuación se presenta el diagrama de actividades correspondiente a esta etapa de evaluación, donde se tiene como primera actividad analizar los artefactos generados en la etapa Aceptación final del producto del proceso de producción. Posteriormente estos son revisados por los trabajadores definidos y si no tienen errores se continúa con la siguiente etapa del proceso de evaluación. De lo contrario, en caso de existir errores, estos son corregidos y nuevamente revisados, y así sucesivamente hasta que todos los artefactos queden completamente revisados.

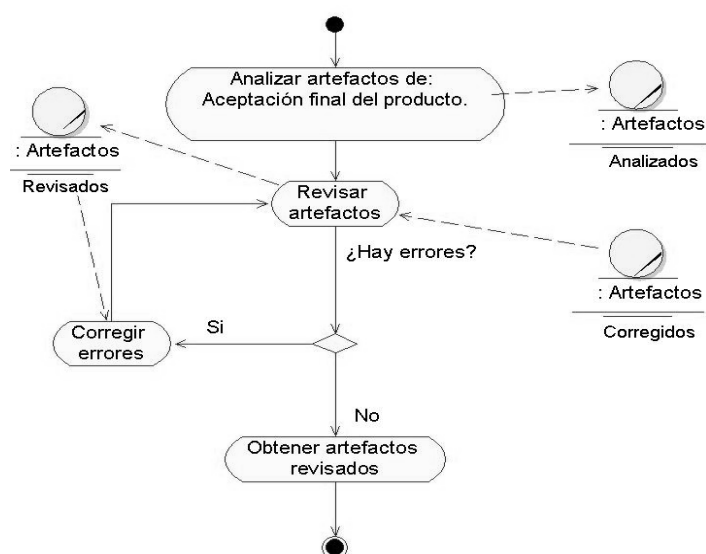


Figura 10. Diagrama de actividades de la evaluación de la aceptación final del producto.

Etapa 8: Evaluación de la gestión de configuración

En esta etapa se verifica que se estén aplicando las políticas para el desarrollo de los proyectos, además de las herramientas para la gestión de control de versiones, las herramientas de trabajo colaborativo Web, los servidores en los cuales podrán encontrar dichas herramientas, la documentación básica para el uso de estas herramientas, etc., que todas las definiciones de políticas y procedimientos están en total concordancia con las definiciones establecidas por la Infraestructura Productiva para todos los proyectos productivos.

Para esto es necesario que se tengan los siguientes documentos ya definidos:

- Políticas de gestión de configuración y salvas
- Configuración de las estaciones de trabajo
- Políticas de organización de la información de los proyectos
- Políticas de Salvvas

Participan:

Especialista de la dirección técnica: Analiza y verifica la aplicación de las políticas definidas por la Infraestructura Productiva de la Universidad de las Ciencias Informáticas.

Resultados:

- Informe sobre la aplicación de las políticas.

A continuación se presenta el diagrama de esta etapa, donde se evalúa la etapa Gestión de configuración del proceso de producción. Aquí se tiene como primera actividad verificar si se está haciendo uso de las políticas, de no ser así se sugiere la aplicación de las mismas, de lo contrario se obtiene un informe completo de estas.

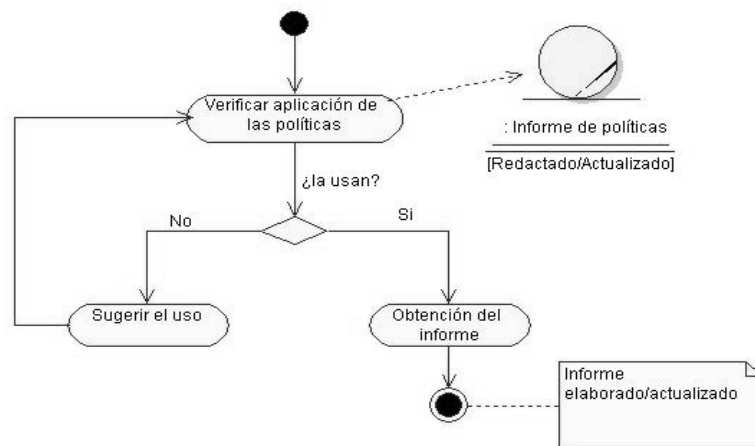


Figura 11. Diagrama de actividades de la evaluación de la gestión de configuración.

2.3.2 Subproceso de evaluación para el Software de Gestión

Etapa 1: Evaluación del modelado del negocio

En esta etapa se evalúan los resultados generados en el flujo de trabajo de modelamiento del negocio, los cuales son:

- Glosario del negocio
- Reglas del negocio
- Documento de arquitectura del negocio
- Documento visión del negocio
- Valoración de la organización designada
- Sistema del negocio
- Modelo de Casos de Uso del negocio
- Casos de Uso del negocio
- Especificación suplementaria del negocio
- Actores del negocio
- Realización de los Casos de Uso del negocio
- Entidades del negocio
- Trabajadores del negocio

Participan:

Revisor técnico: es la persona encargada de revisar cada uno de los documentos generados en la etapa de modelación del negocio, para eso utiliza las plantillas que propone RUP.

Especialista de la dirección técnica: es la persona encargada de revisar el documento de la arquitectura del negocio.

Especialista de la dirección de producción: es la persona encargada de validar el modelo de Casos de Uso del negocio. Además es el encargado de evaluar las habilidades del equipo de desarrollo.

Asesor de la entidad: es la persona que revisa la descripción de los procesos de la entidad, además asegura la concordancia entre el modelo de casos de usos y los procesos de la entidad antes descritos.

Resultados:

- Glosario del negocio [Revisado]
- Reglas del negocio [Revisado]
- Documento de arquitectura del negocio [Revisado]
- Documento visión del negocio [Revisado]
- Valoración de la organización designada [Revisado]
- Sistema del negocio [Revisado]
- Modelo de Casos de Uso del negocio [Revisado]
- Casos de Uso del negocio [Revisado]
- Especificación suplementaria del negocio [Revisado]
- Actores del negocio [Revisado]
- Realización de los Casos de Uso del negocio [Revisado]
- Entidades del negocio [Revisado]
- Trabajadores del negocio [Revisado]

- Documento de No Conformidades

A continuación se presenta el diagrama de actividades correspondiente a esta etapa de evaluación, donde se tiene como primera actividad analizar los artefactos generados en el flujo de trabajo Modelamiento del negocio. Posteriormente estos son revisados por los trabajadores definidos y si no tienen errores se continúa con la siguiente etapa del proceso de evaluación. De lo contrario, en caso de existir errores, estos son corregidos y nuevamente revisados, y así sucesivamente hasta que todos los artefactos queden completamente revisados.

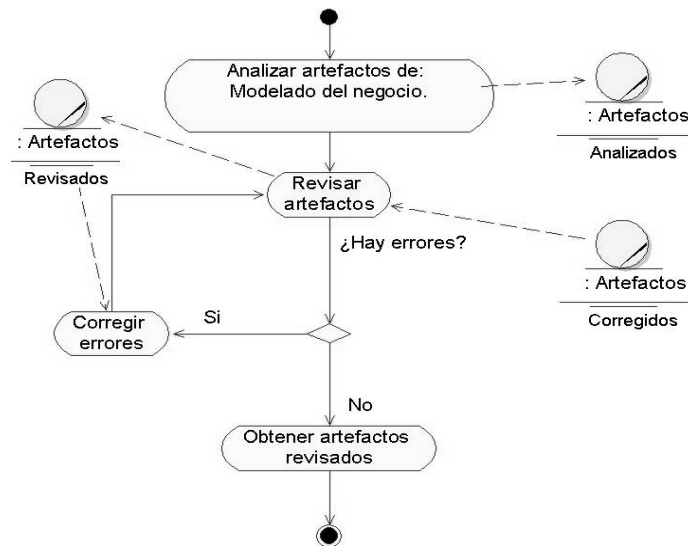


Figura 12. Diagrama de actividades de la evaluación del modelado del negocio.

Etapa 2: Evaluación del levantamiento de requisitos

En esta etapa se evalúa el acuerdo tomado con los clientes acerca de lo que el sistema debe hacer, que los diseñadores tengan un buen entendimiento de los mismos, así como cada uno de los artefactos generados en el flujo de trabajo levantamiento de requisitos, los cuales son:

- Glosario de términos(refinado)
- Plan de administración de requerimientos (refinado)
- Documento visión (refinado)
- Modelo de casos de Uso (refinado)

- Atributos de requerimientos (refinado)
- Especificaciones suplementarias (refinado)
- Respuesta de involucrados (refinado)
- Historial
- Casos de uso (refinado)
- Plan de iteraciones (refinado)
- Registro de revisión
- Documento de arquitectura del software
- Especificaciones de requerimientos del software

Participan:

Revisor técnico: es la persona encargada de revisar cada uno de los documentos generados en la etapa de levantamiento de requisitos, para eso utiliza las plantillas que propone RUP.

Especialista de la dirección de calidad: es la persona encargada de revisar el Plan de iteraciones y el Registro de revisión.

Especialista de la dirección de informatización: es la persona encargada de revisar el Documento de arquitectura del software.

Especialista de la dirección de producción: es la persona encargada de revisar el documento de Respuesta de involucrados y el historial, además puede ayudar al revisor técnico.

Resultados:

- Glosario (refinado) [Revisado]
- Plan de administración de requerimientos (refinado) [Revisado]
- Documento visión (refinado) [Revisado]
- Modelo de casos de Uso (refinado) [Revisado]
- Atributos de requerimientos (refinado) [Revisado]

- Especificaciones suplementarias (refinado) [Revisado]
- Respuesta se involucrados (refinado) [Revisado]
- Historial [Revisado]
- Casos de uso (refinado) [Revisado]
- Plan de iteraciones (refinado) [Revisado]
- Registro de revisión [Revisado]
- Documento de arquitectura del software [Revisado]
- Especificaciones de requerimientos del software [Revisado]
- Documento de No Conformidades

A continuación se presenta el diagrama de actividades correspondiente a esta etapa de evaluación, donde se tiene como primera actividad analizar los artefactos generados en el flujo de trabajo Levantamiento de requisitos. Posteriormente estos son revisados por los trabajadores definidos y si no tienen errores se continúa con la siguiente etapa del proceso de evaluación. De lo contrario, en caso de existir errores, estos son corregidos y nuevamente revisados, y así sucesivamente hasta que todos los artefactos queden completamente revisados.

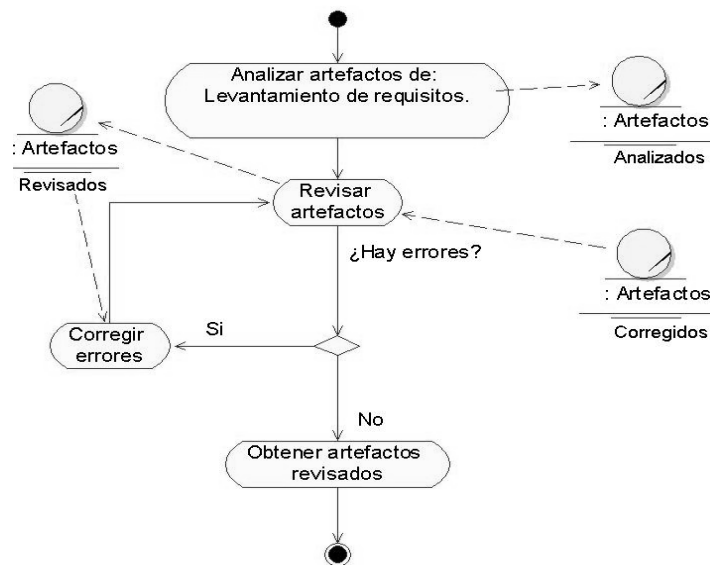


Figura 13. Diagrama de actividades de la evaluación del levantamiento de requisitos.

Etapa 3: Evaluación del análisis y diseño

En esta etapa se revisan los artefactos generados en el flujo de trabajo de análisis y diseño, los cuales son:

- Modelo de despliegue (refinado)
- Modelo de diseño (refinado)
- Documento de Arquitectura del software (refinado)
- Realización de los Casos de Uso (refinado)
- Clases del análisis (refinado)
- Architectural Proof-of-concept (refinado)
- Registro de revisión
- Prototipo de Interfaz de usuario (refinado)
- Mapa de navegación (refinado)
- Modelo de análisis (refinado)
- Cápsula (modelo del plan) (refinado)
- Subsistemas del diseño
- Clases de prueba
- Paquete de diseño
- Especificación de Interfaz de prueba (refinado)
- Modelo de datos (refinado)

Participan:

Revisor técnico: es la persona encargada de revisar cada uno de los documentos generados en la etapa de análisis y diseño, para eso utiliza las plantillas que propone RUP.

Especialista de la dirección de calidad: es la persona encargada de revisar las Clases de prueba y la Especificación de Interfaz de prueba.

Especialista de la dirección de informatización: es la persona encargada de revisar el Documento de Arquitectura de Software.

Resultados:

- Modelo de despliegue (refinado) [Revisado]
- Modelo de diseño (refinado) [Revisado]
- Documento de arquitectura del software (refinado) [Revisado]
- Realización de los Casos de Uso (refinado) [Revisado]
- Clases del análisis (refinado) [Revisado]
- Architectural Proof-of-concept (refinado) [Revisado]
- Registro de revisión [Revisado]
- Prototipo de Interfaz de usuario (refinado) [Revisado]
- Mapa de navegación (refinado) [Revisado]
- Modelo de análisis (refinado) [Revisado]
- Cápsula [Revisado]
- Clases del diseño (refinado) [Revisado]
- Subsistemas del diseño [Revisado]
- Clases de prueba [Revisado]
- Paquete de diseño [Revisado]
- Especificación de interfaz de prueba (refinado) [Revisado]
- Modelo de datos (refinado) [Revisado]
- Documento de No Conformidades

A continuación se presenta el diagrama de actividades correspondiente a esta etapa de evaluación, donde se tiene como primera actividad analizar los artefactos generados en el flujo de trabajo Análisis y diseño. Posteriormente estos son revisados por los trabajadores definidos y si no tienen errores se continúa con la siguiente etapa del proceso de evaluación. De lo contrario, en caso de existir errores, estos son

corregidos y nuevamente revisados, y así sucesivamente hasta que todos los artefactos queden completamente revisados.

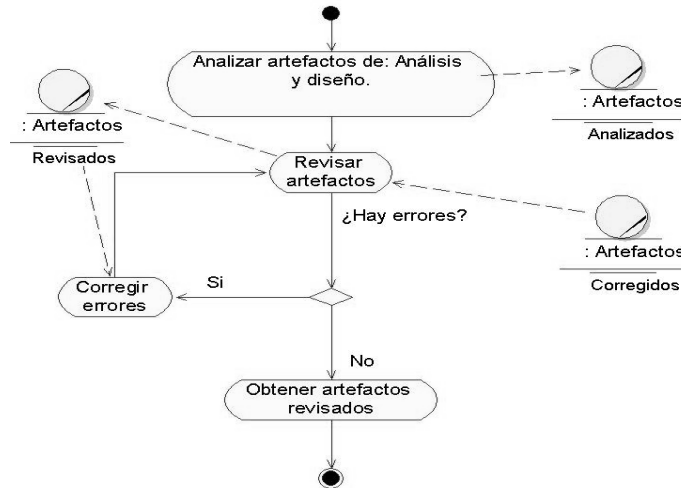


Figura 14. Diagrama de actividades de la evaluación del análisis y diseño.

Etapa 4: Evaluación de la implementación

En esta etapa se evalúan los elementos del diseño, los componentes de la aplicación y el sistema ejecutable, así como cada uno de los artefactos generados en el flujo de trabajo de implementación, los cuales son:

- Documento de arquitectura del software
- Modelo de implementación (refinado)
- Plan de construcción de iteraciones (refinado)
- Diseño de prueba (refinado)
- Test Log (la traza o el seguimiento de haber hecho una prueba.)
- Prueba de unidad
- Elementos de implementación (refinado)
- Registro de revisión
- Construible
- Subsistemas de implementación (refinado)

Participan:

Revisor técnico: es la persona encargada de revisar cada uno de los documentos generados en la etapa de implementación, para eso utiliza las plantillas que propone RUP.

Especialista de la dirección de calidad: es la persona encargada de revisar la Prueba de unidad, el Registro de revisión, el Diseño de prueba y el Test Log.

Especialista de la dirección de informatización: es la persona encargada de revisar el documento de Arquitectura del software.

Especialista de la dirección de producción: es la persona encargada de revisar el Plan de construcción de iteraciones, el Construible, y los elementos de implementación.

Resultados:

- Documento de arquitectura del software [Revisado]
- Modelo de implementación (refinado) [Revisado]
- Plan de construcción de iteraciones (refinado) [Revisado]
- Diseño de prueba (refinado) [Revisado]
- Test Log [Revisado]
- Prueba de unidad [Revisado]
- Elementos de implementación (refinado) [Revisado]
- Registro de revisión [Revisado]
- Construible [Revisado]
- Subsistemas de implementación (refinado) [Revisado]
- Documento de No Conformidades

A continuación se presenta el diagrama de actividades correspondiente a esta etapa de evaluación, donde se tiene como primera actividad analizar los artefactos generados en el flujo de trabajo Implementación. Posteriormente estos son revisados por los trabajadores definidos y si no tienen errores se continúa con la siguiente etapa del proceso de evaluación. De lo contrario, en caso de existir errores, estos son

corregidos y nuevamente revisados, y así sucesivamente hasta que todos los artefactos queden completamente revisados.

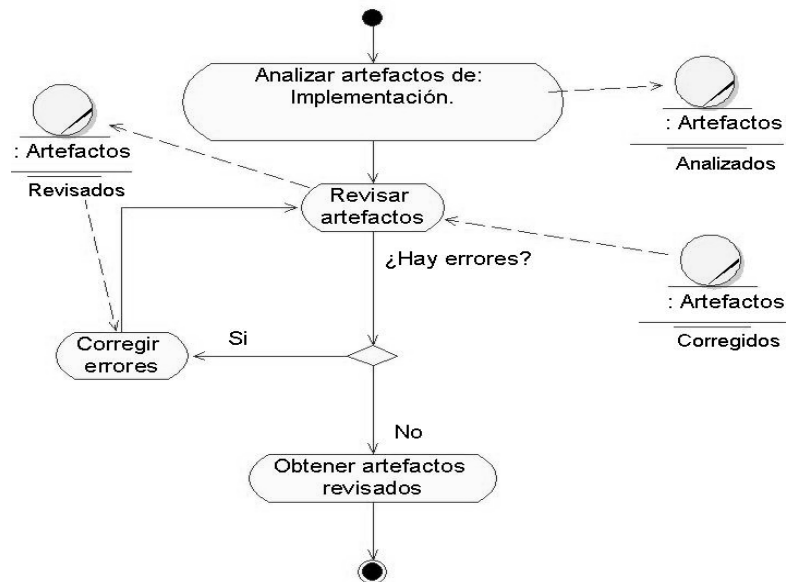


Figura 15. Diagrama de actividades de la evaluación de la implementación.

Etapas 5: Evaluación de la prueba

En esta etapa se evalúa la efectividad de lo que se hizo en el diseño y en el levantamiento de requisitos, así como los artefactos generados en el flujo de trabajo de prueba, los cuales son:

- Estrategia de prueba
- Arquitectura automática de prueba (refinado)
- Plan de prueba
- Plan de iteraciones (refinado)
- Pautas específicas del proyecto (refinado)
- Lista de ideas de prueba (refinado)
- Configuración del ambiente de prueba (refinado)
- Test Script (refinado)
- Especificación de Interfaz de usuario (refinado)

- Casos de prueba (refinado)
- Modelo de análisis
- Colección de prueba (refinado)
- Cambios solicitados (refinado)
- Test Log (refinado)
- Sumario de evaluación de prueba (refinado)
- Resultados de prueba (refinado)
- Datos de prueba

Participan:

Revisor técnico: es la persona encargada de revisar cada uno de los documentos generados en la etapa de prueba, para eso utiliza las plantillas que propone RUP.

Especialista de la dirección de calidad: es la persona encargada de revisar todo lo referente a las pruebas.

Especialista de la dirección de informatización: es la persona encargada de revisar los cambios solicitados.

Resultados:

- Estrategia de prueba [Revisado]
- Arquitectura automática de prueba (refinado) [Revisado]
- Plan de prueba [Revisado]
- Plan de iteraciones (refinado) [Revisado]
- Pautas específicas del proyecto (refinado) [Revisado]
- Lista de ideas de prueba (refinado) [Revisado]
- Configuración del ambiente de prueba (refinado) [Revisado]
- Test Script (refinado) [Revisado]
- Especificación de Interfaz de usuario (refinado) [Revisado]

- Casos de prueba (refinado) [Revisado]
- Modelo de análisis [Revisado]
- Colección de prueba (refinado) [Revisado]
- Cambios solicitados (refinado) [Revisado]
- Test Log (refinado) [Revisado]
- Sumario de evaluación de prueba (refinado) [Revisado]
- Resultados de prueba (refinado) [Revisado]
- Datos de prueba [Revisado]
- Documento de No Conformidades

A continuación se presenta el diagrama de actividades correspondiente a esta etapa de evaluación, donde se tiene como primera actividad analizar los artefactos generados en el flujo de trabajo Prueba. Posteriormente estos son revisados por los trabajadores definidos y si no tienen errores se continúa con la siguiente etapa del proceso de evaluación. De lo contrario, en caso de existir errores, estos son corregidos y nuevamente revisados, y así sucesivamente hasta que todos los artefactos queden completamente revisados.

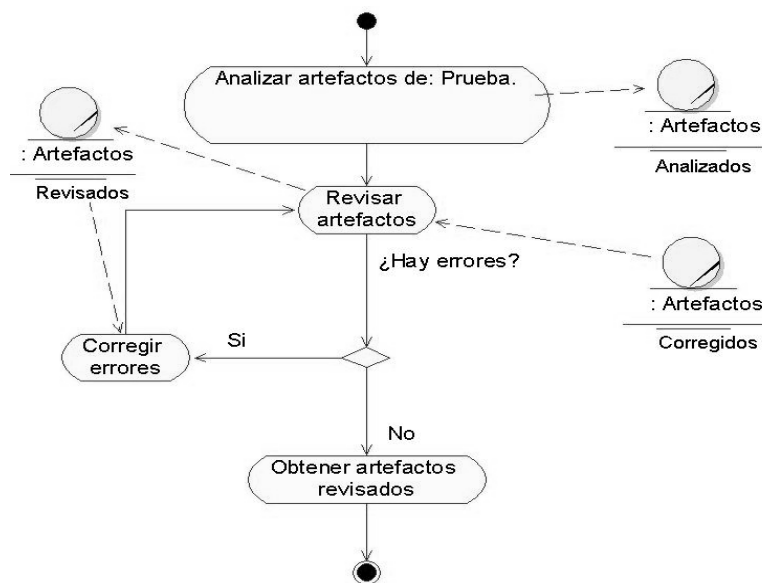


Figura 16. Diagrama de actividades de la evaluación de la prueba.

Etapa 6: Evaluación del despliegue

En esta etapa se evalúa la descripción de las actividades asociadas con el aseguramiento del software, así como los artefactos generados en el flujo de trabajo de despliegue, los cuales son:

- Plan de despliegue (refinado)
- Factura de materiales (refinado)
- Infraestructura de despliegue (refinado)
- Configuración del ambiente de prueba (refinado)
- Sumario de evaluación de prueba (refinado)
- Cambios solicitados
- Test Log (refinado)
- Entrenamiento de materiales
- Material de soporte de usuarios finales
- Artefactos de inicialización (refinado)
- Notas de descarga (refinado)
- Plan de despliegue aprobado (refinado)
- Unidad de despliegue (refinado)
- Producto (refinado)
- Documento Informe del Producto (refinado)

Participan:

Administrador de despliegue: es la persona encargada de revisar y aprobar los artefactos que se generan.

Vicedecano de producción: es la persona encargada de trabajar junto al el administrador de despliegue.

Líder de proyecto: es la persona encargada de revisar y aprobar los artefactos.

Ciente: es el encargado de llegar a un acuerdo con el líder del proyecto.

Resultados:

- Plan de despliegue (refinado) [Revisado]
- Factura de materiales (refinado) [Revisado]
- Infraestructura de despliegue (refinado) [Revisado]
- Configuración del ambiente de prueba (refinado) [Revisado]

- Sumario de evaluación de prueba (refinado) [Revisado]
- Cambios solicitados [Revisado]
- Test Log (refinado) [Revisado]
- Entrenamiento de materiales [Revisado]
- Material de soporte de usuarios finales [Revisado]
- Artefactos de inicialización (refinado) [Revisado]
- Notas de descarga (refinado) [Revisado]
- Plan de despliegue aprobado (refinado) [Revisado]
- Unidad de despliegue (refinado) [Revisado]
- Producto (refinado) [Revisado]
- Documento Informe del Producto (refinado) [Revisado]
- Documento de No Conformidades

A continuación se presenta el diagrama de actividades correspondiente a esta etapa de evaluación, donde se tiene como primera actividad analizar los artefactos generados en el flujo de trabajo Despliegue. Posteriormente estos son revisados por los trabajadores definidos y si no tienen errores se continúa con la siguiente etapa del proceso de evaluación. De lo contrario, en caso de existir errores, estos son corregidos y nuevamente revisados, y así sucesivamente hasta que todos los artefactos queden completamente revisados.

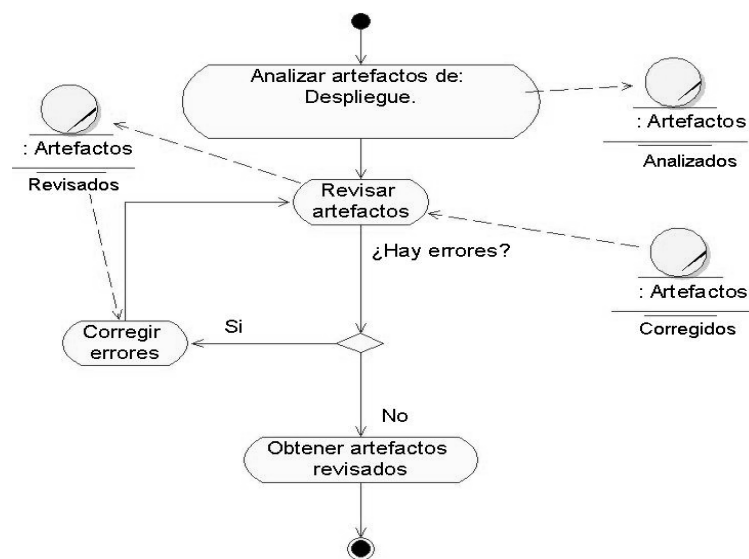


Figura 17. Diagrama de actividades de la evaluación del despliegue.

Etapa 7: Evaluación de la administración de configuración y cambios

En esta etapa se avalúan los artículos identificados de la configuración y los cambios hechos a los mismos, así como los artefactos generados en el flujo de trabajo de administración de configuración y cambios, los cuales son:

- Plan de administración de configuración (refinado)
- Cambios solicitados (refinado)
- Producto almacenado (refinado)
- Espacio de trabajo (refinado)
- Medidas del proyecto
- Configuración de los resultados de auditorías
- Orden de trabajo completada
- Unidad de despliegue

Participan:

Especialista de la dirección técnica: es la persona encargada de revisar el cumplimiento de los procedimientos y políticas establecidos.

Administrador de configuración: es la persona responsable del establecimiento de las políticas dentro del proyecto.

Administrador del control de cambio: es la persona responsable de la gestión de los cambios y vela porque estos se hagan como lo han establecido en el proyecto.

Líder de proyecto: es la persona encargada de velar por la gestión de los cambios y lleva un control del avance del proyecto que incluye el proceso de solicitud y aprobación de los cambios.

Cliente: trabaja en conjunto con el líder del proyecto.

Vicedecano de producción: trabaja en conjunto con el líder del proyecto.

Resultados:

- Plan de administración de configuración (refinado) [Revisado]
- Cambios solicitados (refinado) [Revisado]
- Producto almacenado (refinado) [Revisado]
- Espacio de trabajo (refinado) [Revisado]
- Medidas del proyecto [Revisado]

- Configuración de los resultados de auditorías [Revisado]
- Orden de trabajo completada [Revisado]
- Unidad de despliegue [Revisado]
- Documento de No Conformidades

A continuación se presenta el diagrama de actividades correspondiente a esta etapa de evaluación, donde se tiene como primera actividad analizar los artefactos generados en el flujo de trabajo Administración de configuración y cambios. Posteriormente estos son revisados por los trabajadores definidos y si no tienen errores se continúa con la siguiente etapa del proceso de evaluación. De lo contrario, en caso de existir errores, estos son corregidos y nuevamente revisados, y así sucesivamente hasta que todos los artefactos queden completamente revisados.

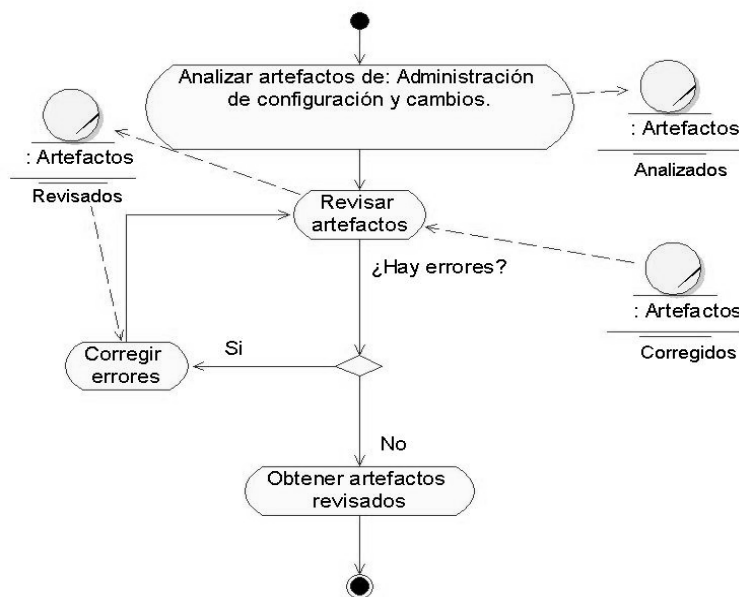


Figura 18. Diagrama de actividades de la evaluación de la administración de configuración y cambios.

Etapa 8: Evaluación de la administración de proyecto

En esta etapa se evalúan los artefactos generados en el flujo de trabajo administración de proyecto definido por RUP, los cuales son:

- Registro de revisión
- Documento Visión (refinado)
- Lista de riesgos (refinado)

- Casos del negocio (refinado)
- Plan de desarrollo del software (refinado)
- Plan de iteraciones (refinado)
- Iteraciones valoradas (refinado)
- Cambios solicitados (refinado)
- Orden de trabajo
- Plan de medidas (refinado)
- Plan de Administración de riesgo (refinado)
- Plan de aceptación del producto
- Plan de resolución de problemas (refinado)
- Plan de aseguramiento de calidad
- Medidas del proyecto (refinado)
- Valoración de estado (refinado)
- Lista de problemas (refinado)

Participan:

Líder de proyecto: es el encargado de controlar el avance del proyecto y cumplir con lo que han documentado hasta el momento.

Cliente: se encarga de asegurar que el producto está avanzando, para ello revisa los artefactos y se asegura de que estos se cumplan.

Vicedecano de producción: trabaja en conjunto con el cliente.

Especialista de la dirección de producción: vela por el control del avance del proyecto y el cumplimiento de lo que se ha documentado hasta el momento.

Resultados:

- Registro de revisión [Revisado]
- Documento Visión (refinado) [Revisado]
- Lista de riesgos (refinado) [Revisado]
- Casos del negocio (refinado) [Revisado]
- Plan de desarrollo del software (refinado) [Revisado]
- Plan de iteraciones (refinado) [Revisado]
- Iteraciones valoradas (refinado) [Revisado]
- Cambios solicitados (refinado) [Revisado]
- Orden de trabajo [Revisado]

- Plan de medidas (refinado) [Revisado]
- Plan de Administración de riesgo (refinado) [Revisado]
- Plan de aceptación del producto [Revisado]
- Plan de resolución de problemas (refinado) [Revisado]
- Plan de aseguramiento de calidad [Revisado]
- Medidas del proyecto (refinado) [Revisado]
- Valoración de estado (refinado) [Revisado]
- Lista de problemas (refinado) [Revisado]
- Documento de No Conformidades

A continuación se presenta el diagrama de actividades correspondiente a esta etapa de evaluación, donde se tiene como primera actividad analizar los artefactos generados en el flujo de trabajo Administración de proyecto. Posteriormente estos son revisados por los trabajadores definidos y si no tienen errores se continúa con la siguiente etapa del proceso de evaluación. De lo contrario, en caso de existir errores, estos son corregidos y nuevamente revisados, y así sucesivamente hasta que todos los artefactos queden completamente revisados.

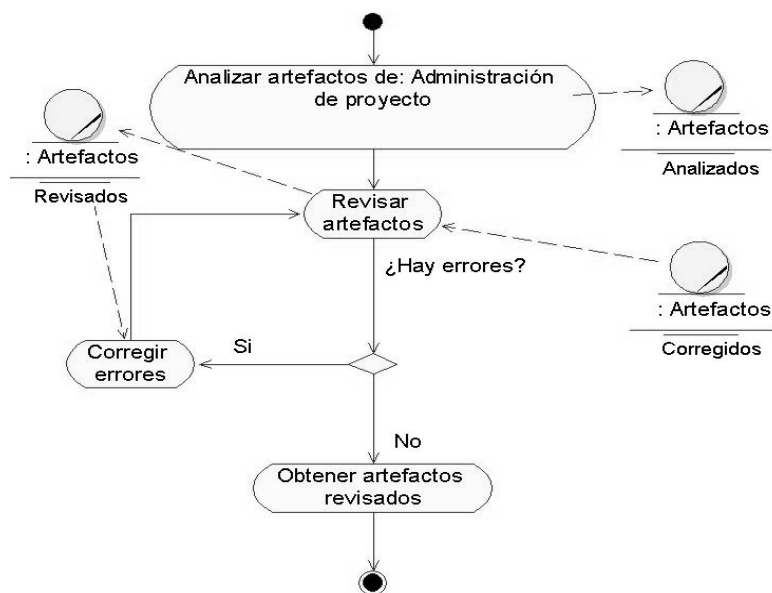


Figura 19. Diagrama de actividades de la evaluación de la administración de proyecto.

Etapa 9: Evaluación del ambiente

En esta etapa se evalúan los procesos configurados del proyecto, el ambiente del mismo, así como los artefactos generados en el flujo de trabajo de ambiente, los cuales son:

- Procesos de desarrollo específicos del proyecto (refinado)
- Casos de desarrollo (refinado)
- Plantilla específica del proyecto
- Pauta específicas del proyecto
- Herramientas (refinado)
- Manual de estilo
- Infraestructura de desarrollo revisada

Participan:

Ingeniero del proceso: persona encargada de identificar y evaluar las áreas de la entidad a informatizar.

Asesor de la entidad: persona encargada de identificar y evaluar junto con el ingeniero del proceso las áreas de la entidad, y sirve para aclarar dudas al respecto.

Líder de proyecto: persona encargada de coordinar y verificar el uso de las pautas y procedimientos establecidos, define y asigna los casos de desarrollo y además los revisa con los anteriores.

Resultados:

- Procesos de desarrollo específicos del proyecto (refinado) [Revisado]
- Clases de desarrollo (refinado) [Revisado]
- Plantilla específica del proyecto [Revisado]
- Pauta específicas del proyecto [Revisado]
- Herramientas (refinado) [Revisado]
- Manual de estilo [Revisado]
- Infraestructura de desarrollo revisada [Revisado]
- Documento de No Conformidades

A continuación se presenta el diagrama de actividades correspondiente a esta etapa de evaluación, donde se tiene como primera actividad analizar los artefactos generados en el flujo de trabajo Ambiente. Posteriormente estos son revisados por los

trabajadores definidos y si no tienen errores se continúa con la siguiente etapa del proceso de evaluación. De lo contrario, en caso de existir errores, estos son corregidos y nuevamente revisados, y así sucesivamente hasta que todos los artefactos queden completamente revisados.

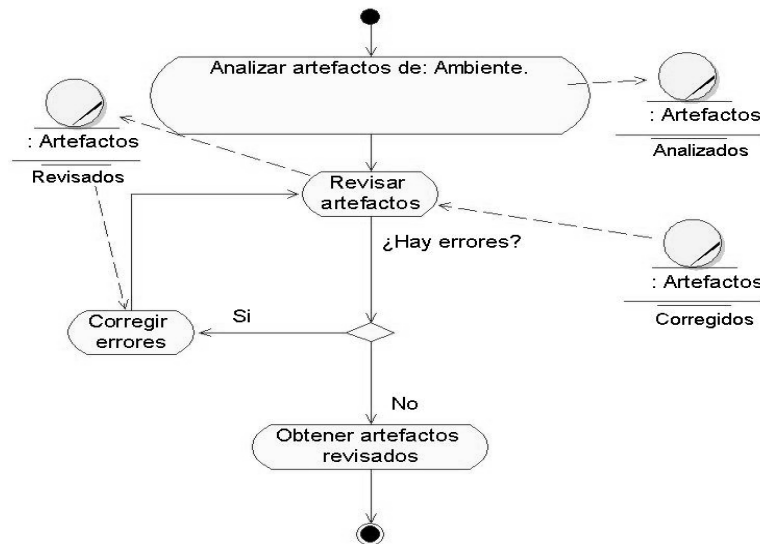
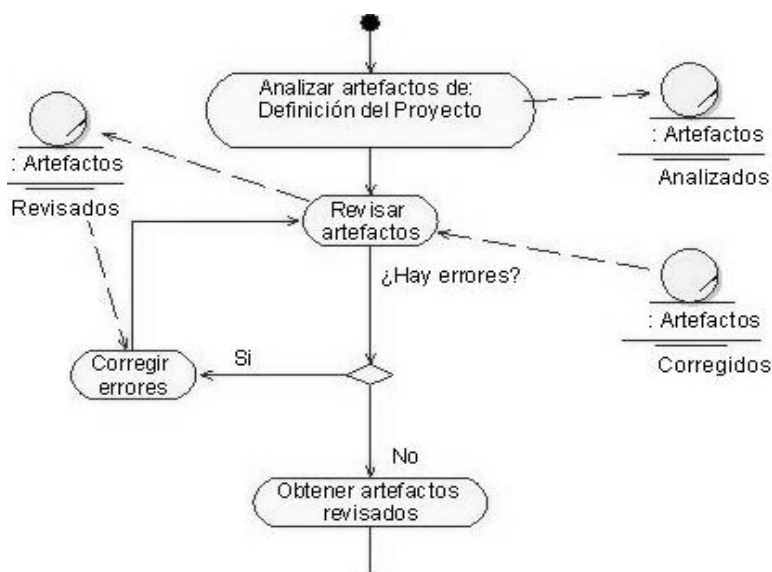
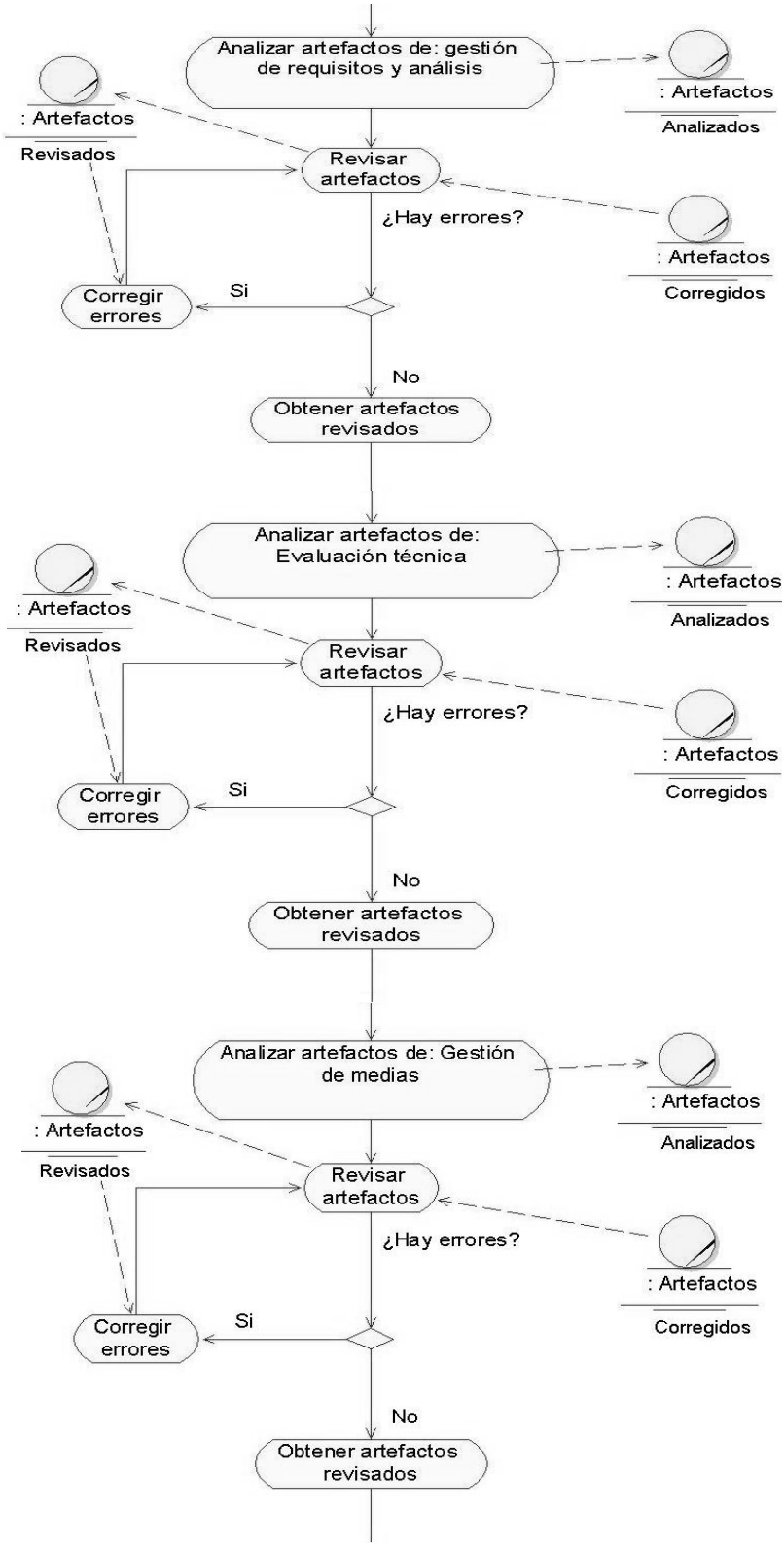


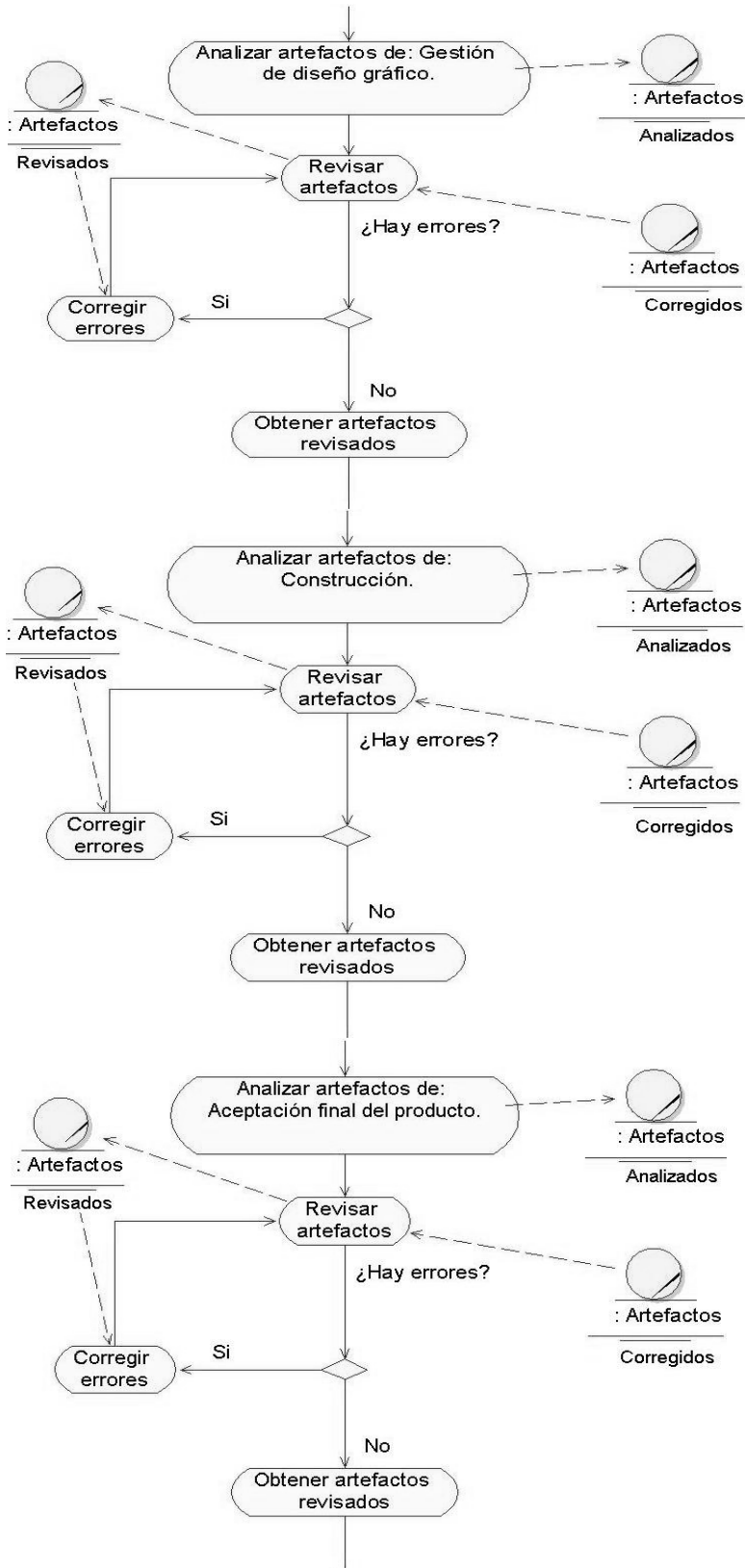
Figura 20. Diagrama de actividades de la evaluación del ambiente.

2.3.3 Modelo del subproceso de evaluación para el Software Educativo

El modelo que se presenta está compuesto por la unión de todos los diagramas de actividades de las etapas correspondientes al subproceso de evaluación de calidad para el Software Educativo.







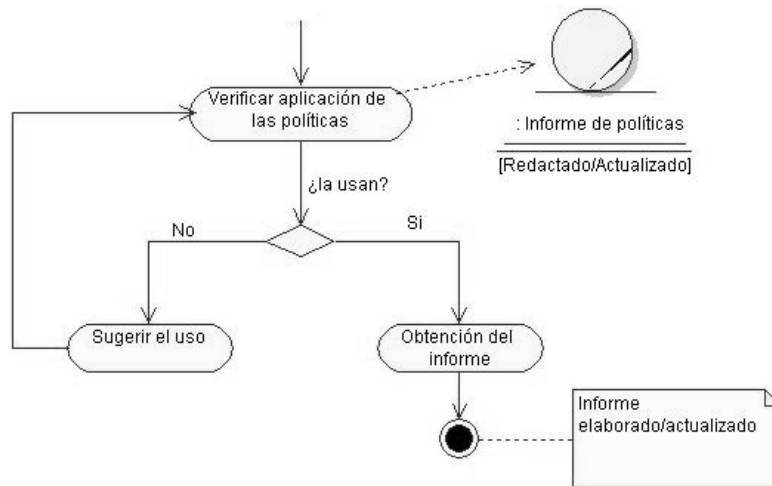
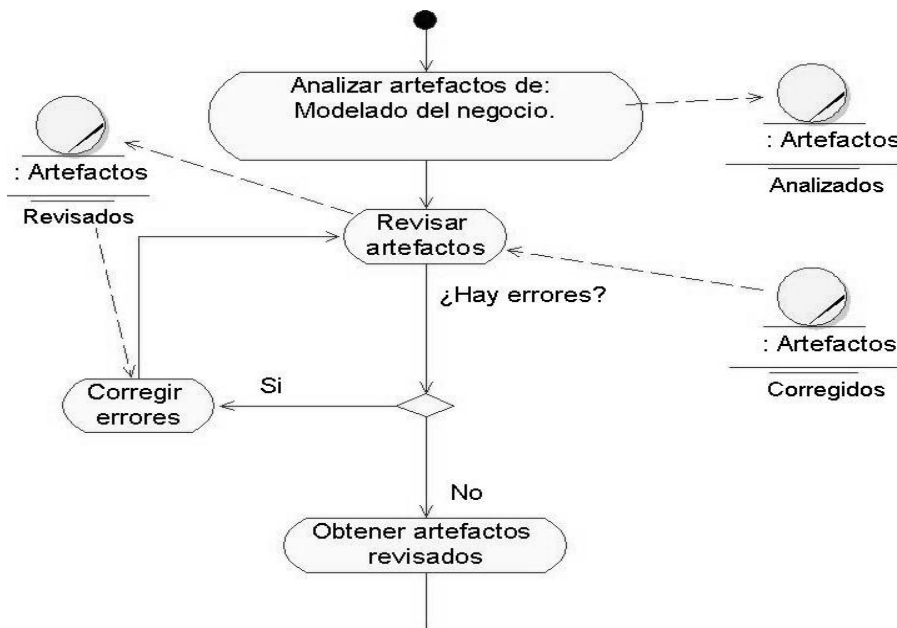
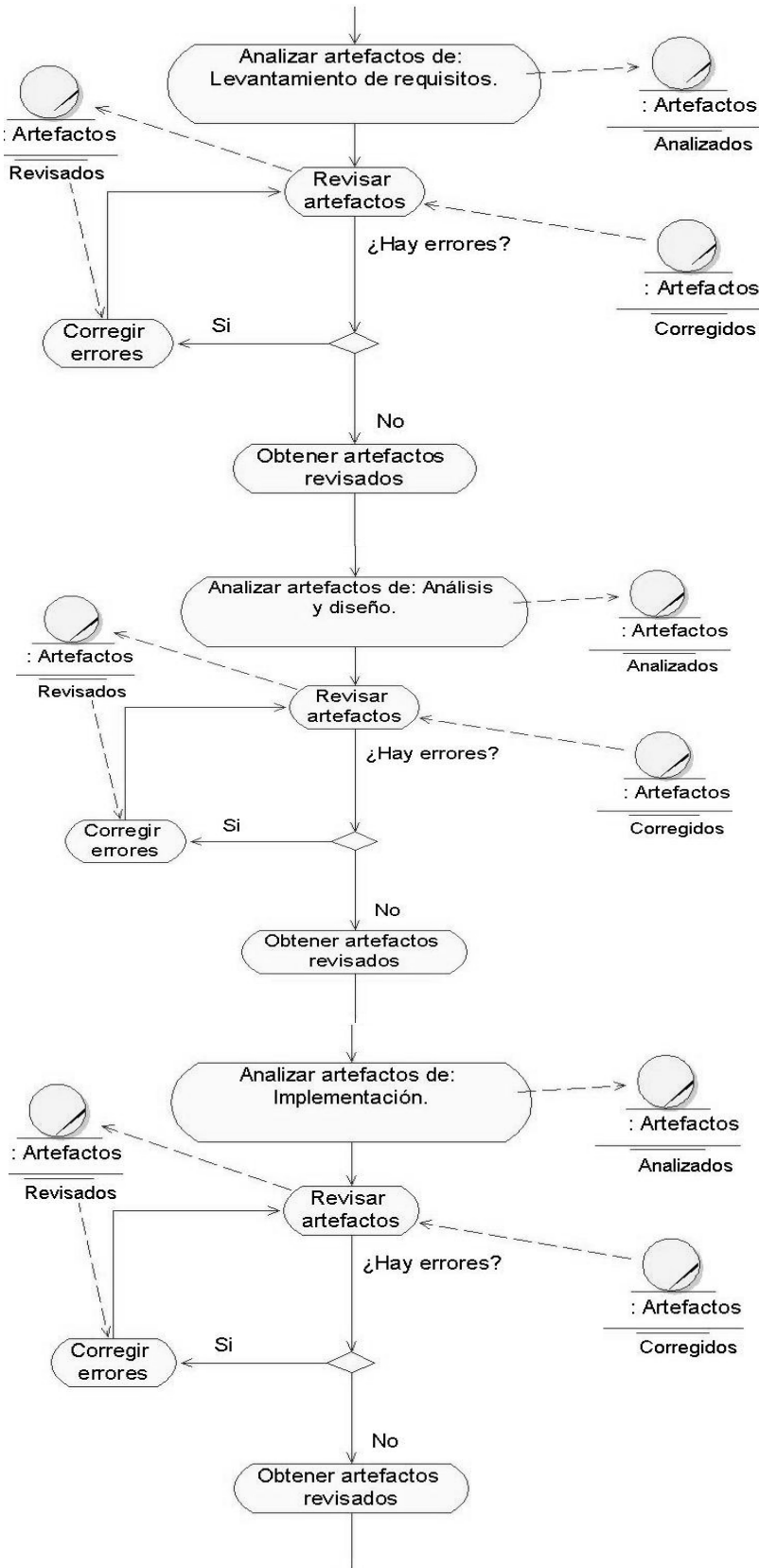


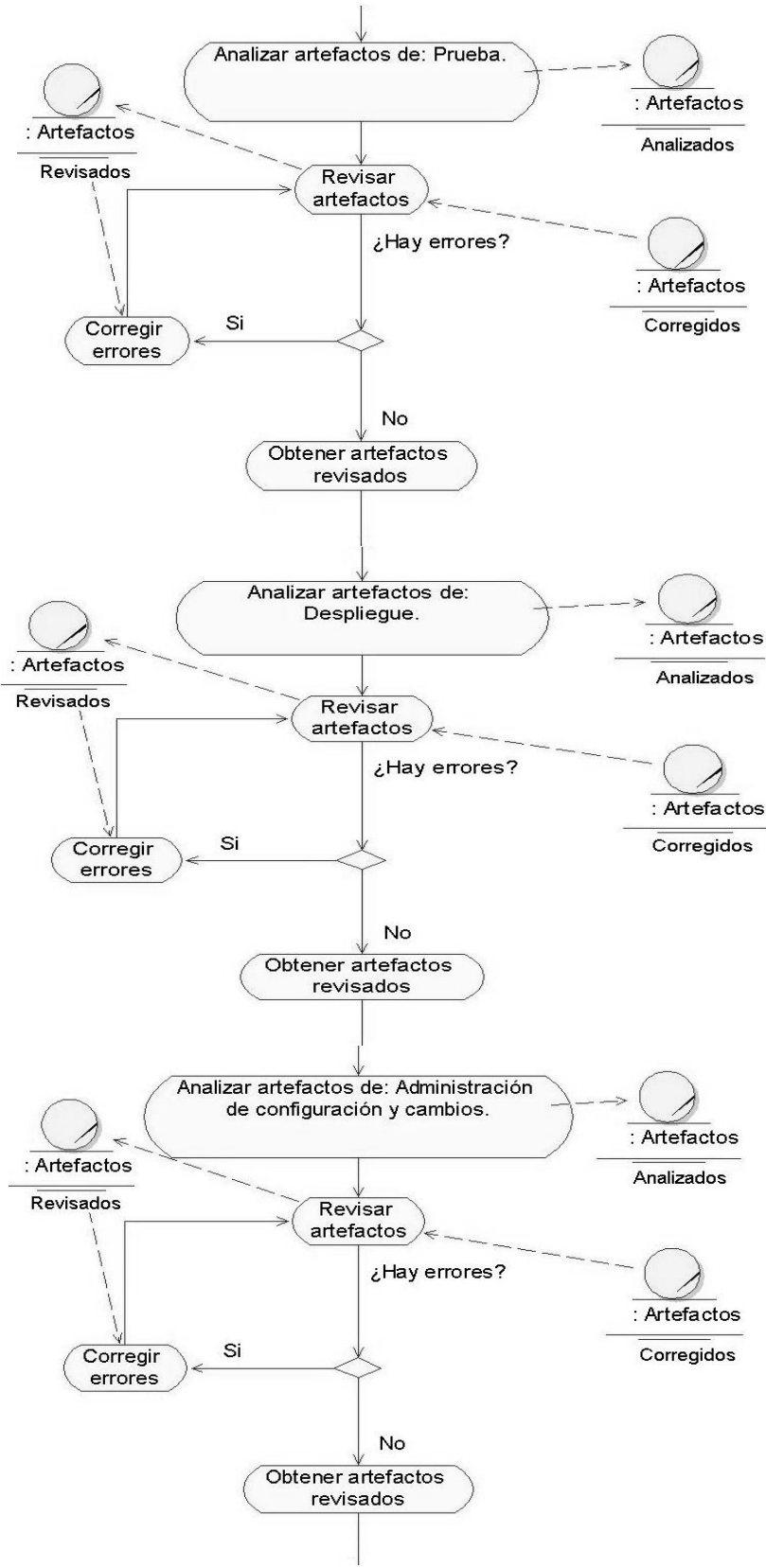
Figura 21. Subproceso de evaluación para el Software Educativo.

2.3.4 Modelo del subproceso de evaluación para el Software de Gestión

El modelo que se presenta está compuesto por la unión de todos los diagramas de actividades de las etapas correspondientes al subproceso de evaluación de calidad para el Software de Gestión.







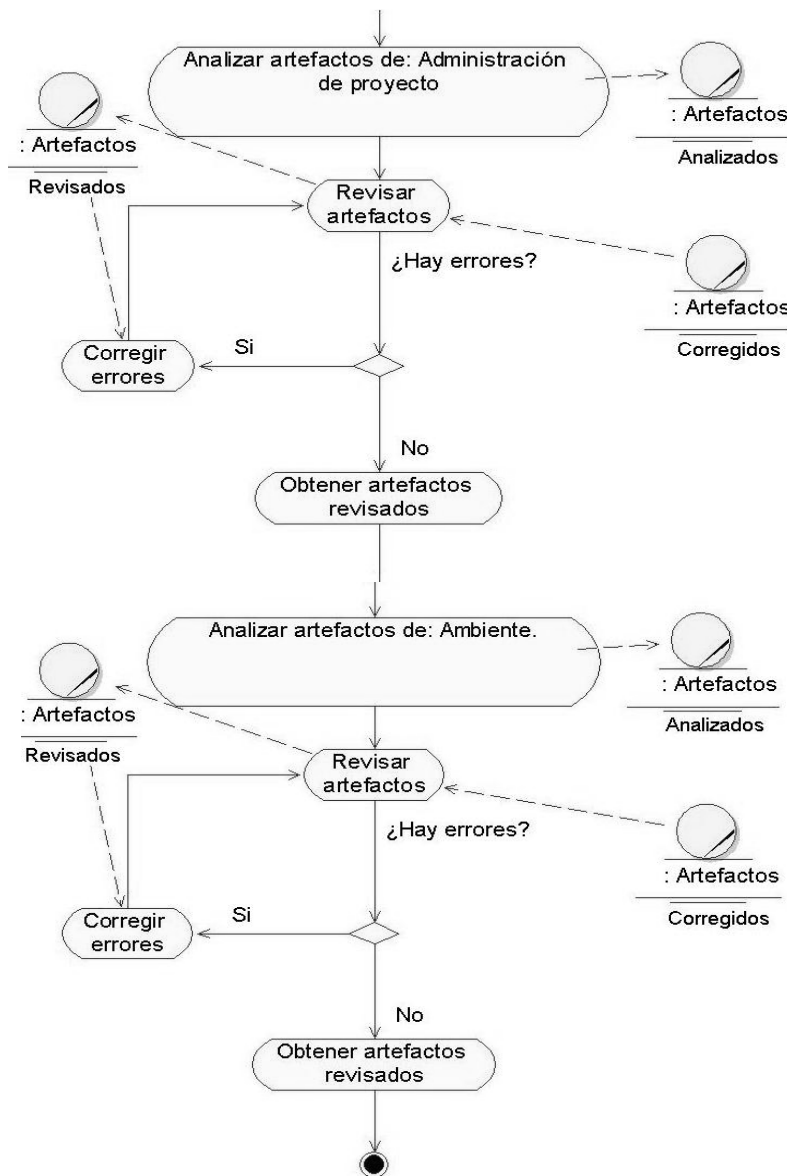


Figura 22. Subproceso de evaluación para el Software de Gestión.

2.4 Modelo general del proceso de evaluación de la calidad para el Software Educativo y de Gestión

El siguiente modelo representa el proceso para evaluar la calidad del Software Educativo y de Gestión, el cual tiene como primera actividad analizar el tipo de software que se va a evaluar, si es un Software Educativo se procederá con el subproceso de evaluación para este tipo de software. De ser un Software de Gestión entonces con el subproceso para este tipo de software.

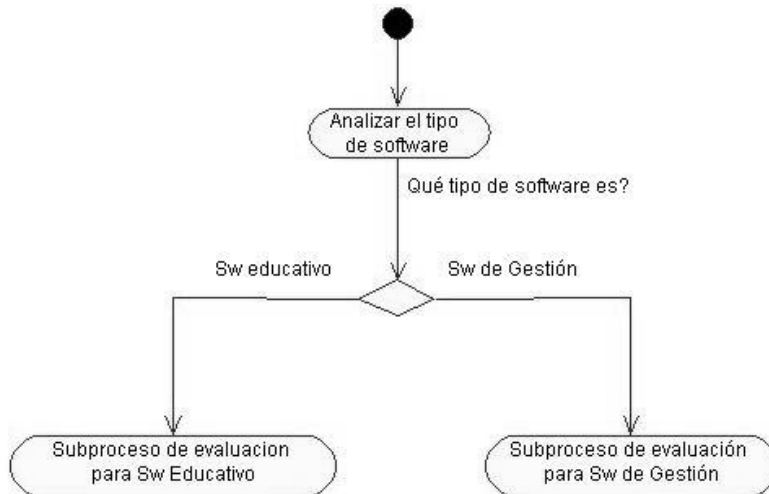


Figura 23. Proceso general de evaluación de la calidad para el Software Educativo y de Gestión.

2.5 Conclusiones

En este capítulo se analizaron los procesos de producción de Software Educativo y de Gestión. Se describió además la propuesta de la investigación: proceso de evaluación de la calidad propuesto para el software educativo y el software de gestión que se producen en la UCI, así como su modelo.

CAPÍTULO 3. Evaluación técnica de la propuesta

3.1 Introducción

En el presente capítulo se realizará la evaluación técnica de la propuesta descrita en el capítulo anterior. Para esto se usará el método multicriterio, el cuál se basa en la evaluación cuantitativa de criterios previamente definidos por parte de expertos en el tema. Por lo que se describirá la forma de aplicar este método y los elementos necesarios para el mismo, posteriormente se presentarán los resultados obtenidos de la evaluación.

3.2 Método para la validación de la propuesta

Para validar técnicamente la propuesta se utilizó el método de experto, que permite tomar decisiones para aceptar o no la propuesta de acuerdo con los criterios definidos.[17]

Para llevar a cabo el desarrollo del mismo se efectuaron un conjunto de pasos:

1. Se elabora los criterios de evaluación de acuerdo a las características de la propuesta y se organizan por grupos.

Grupo No. 1: Criterios de mérito científico

1. Valor científico de la propuesta.
2. Calidad de la investigación.
3. Aporte científico.
4. Novedad científica.

Grupo No. 2: Criterios implantación

5. Satisfacción de las necesidades de los ingenieros de software.
6. Necesidad del empleo de la propuesta.
7. Adecuación a uso de la metodología RUP.
8. Los aseguradores de calidad de los proyectos deben tener conocimientos de evaluación de software para aplicar la propuesta.

CAPÍTULO 3. EVALUACIÓN TÉCNICA DE LA PROPUESTA

9. Solución del problema existente de la falta de calidad del software educativo y de gestión producidos en la UCI.

10. Uso de los principios básicos de la ingeniería de software.

Grupo No.3: Criterios de flexibilidad

11. Adaptabilidad a proyectos productivos que utilicen la metodología RUP.

12. Uso del modelo de evaluación de software en los procesos de producción.

Grupo No.4: Criterios de impacto

13. Repercusión en los proyectos productivos que utilicen la metodología RUP.

14. Aceptación de la propuesta por los líderes de proyecto.

15. Posibilidades de aplicación.

16. Impacto en el área a la cual está destinada.

2. Se le asigna un peso relativo a cada grupo de criterios de acuerdo al porcentaje que representa cada grupo del total y los intereses a evaluar.

Grupo No.1..... 25

Grupo No.2..... 30

Grupo no.3..... 20

Grupo No.4.....25

3. Se organiza un comité de expertos con una cantidad mínima de 7 teniendo en cuenta su especialidad, grado científico y currículum.

4. Se les entrega a los expertos la propuesta para que estudien el tema a evaluar y dos modelos, uno para que valore el peso relativo de cada criterio (*Ver*

Anexo 3) y otro para realizar una evaluación cuantitativa de cada criterio con una escala de 1-5 y la apreciación cualitativa con una clasificación final del proyecto en excelente, bueno, aceptable, cuestionable y malo. También se da la posibilidad de dar su opinión haciendo una valoración final del proyecto, emitiendo todas aquellas consideraciones que estimaron convenientes (*Ver Anexo 4*).

CAPÍTULO 3. EVALUACIÓN TÉCNICA DE LA PROPUESTA

5. Después de recibir los valores del peso relativo de cada criterio se construye la Tabla No.1

- Sea C el número de criterios que van a evaluarse y E el número de expertos que realizan la evaluación.

Tabla 2. Resultado del trabajo de expertos.

G	C/E	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	Ep
25	C1								
	C2								
	C3								
	C4								
30	C5								
	C6								
	C7								
	C8								
	C9								
	C10								
20	C11								
	C12								
25	C13								
	C14								
	C15								
	C16								
Total									

6. Se verifica la consistencia en el trabajo de los expertos, para lo que se utiliza el coeficiente de concordancia de Kendall y el estadígrafo Chi cuadrado (χ^2). Se sigue el procedimiento siguiente:

- Para cada criterio se determina: ΣE : Sumatoria del peso dado por cada experto

Ep: Puntuación promedio del peso dado por cada experto

M ΣE : media de los ΣE

ΔC : Diferencia entre ΣE y M ΣE

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

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

CAPÍTULO 3. EVALUACIÓN TÉCNICA DE LA PROPUESTA

- Conociendo la dispersión se puede calcular el coeficiente de concordancia de Kendall (W)

$$W = S / E^2 (C^3 - C) / 12$$

- El coeficiente de concordancia de Kendall permite calcular el Chi cuadrado real

$$X^2 = E (C-1) W$$

- Los valores obtenidos se muestran en la Tabla No.2.

Tabla 3. Tabla para el cálculo de concordancia de Kendall.

Expertos/Criterios	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	?E	Ep	ΔC	ΔC ²
C1								0	0	0	0
C2								0	0	0	0
C3								0	0	0	0
C4								0	0	0	0
C5								0	0	0	0
C6								0	0	0	0
C7								0	0	0	0
C8								0	0	0	0
C9								0	0	0	0
C10								0	0	0	0
C11								0	0	0	0
C12								0	0	0	0
C13								0	0	0	0
C14								0	0	0	0
C15								0	0	0	0
C16								0	0	0	0
DC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M ≤ E	0										

- El Chi cuadrado calculado se compara con el obtenido del las tablas estadísticas
- Si se cumple:

$$X^2_{\text{real}} < X^2_{(\alpha, c-1)}$$

Existe concordancia en el trabajo de expertos

7. Si no existe concordancia se hace necesario repetir el trabajo de expertos.

CAPÍTULO 3. EVALUACIÓN TÉCNICA DE LA PROPUESTA

- Después de comprobar la consistencia del trabajo de expertos se puede definir el peso relativo de cada criterio (P).
- Conociendo el peso de cada criterio y la calificación dada por los evaluadores en una escala de 1-5 se puede construir la Tabla No.3, para obtener el valor de $P \times c$, donde (c), es el criterio promedio concebido por los expertos.

Tabla 4. Tabla de calificación de cada criterio.

Criterios	Calificación (c)					P	P*c
	1	2	3	4	5		
C1							
C2							
C3							
C4							
C5							
C6							
C7							
C8							
C9							
C10							
C11							
C12							
C13							
C14							
C15							
C16							

10. Se calcula el Índice de aceptación del proyecto (IA). $IA = \Sigma (P \times c) / 5$

11. Por último se determina la probabilidad de éxito de la propuesta

Rangos predefinidos de Índice de Aceptación.

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

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

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

$0,3 > IA$ Fracaso seguro

Por lo que la probabilidad de éxito es:

3.3 Análisis de la evaluación técnica de la propuesta

Se utilizaron 7 expertos para que dieran su opinión y valoraran la propuesta. Primeramente los expertos emitieron su juicio para darle peso a cada criterio con la cual se elaboró la tabla de los valores de peso relativo de cada criterio (*Ver Anexo 5*).

Luego se llevaron los valores de la tabla para el cálculo de concordancia entre los expertos (*Ver Anexo 6*).

El resultado de los cálculos fueron los siguientes:

χ^2 real es 15.54, para seleccionar el χ^2 de la tabla se toma $1-\alpha = 0.99$, dónde α es el error permisible, entonces $\alpha = 0.01$. Debe cumplirse que $\chi^2 < \chi^2(\alpha, c-1)$

De esta forma quedaría:

$15.54 < 30.5780$ por lo que se puede afirmar que existe concordancia entre los expertos, por lo que se puede pasar a construcción de la tabla de clasificación de cada criterio para saber el índice de aceptación de la propuesta (*Ver Anexo 7*).

Después de tener todos los datos en la tabla se calcula el valor del Índice de Aceptación (IA) que sería:

0.7547, se compara el valor con los valores que aparecen a continuación para saber la valoración de la propuesta.

IA > 0,7 Existe alta probabilidad de éxito

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

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

0,3 > IA Fracaso seguro

Por lo que la probabilidad de éxito es alta.

3.4 Conclusiones

En este capítulo se usó el método multicriterio para determinar si la propuesta es viable. Se analizó el resultado de aplicar dicho método, en el cual se obtuvo una alta probabilidad de éxito, indicando que la aplicación de la propuesta proporcionará resultados favorables y que lo planteado hasta el momento brinda un aporte

CAPÍTULO 3. EVALUACIÓN TÉCNICA DE LA PROPUESTA

significativo capaz de resolver los problemas existentes por los que se inició la investigación.

CONCLUSIONES

Después de realizar un estudio de los procesos de producción del Software Educativo y de Gestión y de la forma en que se evalúa su calidad en la UCI se logró proponer un proceso para evaluar la calidad de estos tipos de software. Finalmente, se hizo la evaluación técnica de la propuesta, obteniéndose una alta probabilidad de éxito, lo que implica desde el punto de vista teórico, el cumplimiento de que si se propone un proceso para la evaluación de la calidad en el Software Educativo y de Gestión se espera que aumente la calidad del software que se produce en la UCI y que se detecten los errores en etapas tempranas de la producción para así obtener productos más eficientes. La propuesta es adaptable al Software Educativo, y a los de Gestión que se basan en la metodología RUP, que se producen en la UCI.

RECOMENDACIONES

Luego de haber propuesto un proceso de evaluación para evaluar la calidad del Software Educativo y de Gestión se recomienda:

- Probar dicha propuesta en proyectos reales.
- Continuar su estudio e investigación para hacerla aplicable a software que utilicen otra metodología de desarrollo.
- Refinar el proceso propuesto.
- Utilizar este trabajo de diploma como bibliografía para posteriores investigaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Scalone, F., *Estudio comparativo de los Modelos y Estándares de calidad del software.*, in *Facultad Regional 2006*, Universidad Tecnológica Nacional: Buenos Aires.
2. Fernández, I.O.M. *Un enfoque actual sobre la calidad del software.* Centro de Desarrollo Informático. SOFTCAL, SIME. 1995 [cited; Available from:
http://www.bvs.sld.cu/revistas/aci/vol3_3_95/aci05395.htm
3. Pressman, R., *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico.* 2002: McGraw Hill.
4. Rubio, G., B., *Calidad en Ingeniería del Software.* 2002.
5. García, P., *Calidad en el desarrollo y mantenimiento del software.* RA-MA Editorial ed. 2003, Madrid.
6. Alarcón, A.S. *Modelos de calidad. La industria del software en México.* [Informe] [Cited; Available from:
<http://www.enterate.unam.mx/Articulos/2004/Enero/modelos.htm>.
7. Humohrey, W. *A discipline for software Engineering.* 1995 [cited; Available from:
<http://www.fabricadesoftware.cl/viewtopic.php?t=749>.
8. Molina, M. *Personal Software Process (PSP).* [Tests de Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas] [Cited; Available from:
<http://apuntes.rincondelvago.com/personal-software-process-bsp.html>.
9. *Observatorio da qualidade é un producto web*
[Cited; Available from:
<http://www.observatoriogalicia.org/calidade/faqs.asp#punto5#punto5>.
10. Anónimo. [Cited; Available from: <http://www.ucm.es/info/Psyap/taller/fonte/>.
11. Álvarez, L.D.M. *Monografías.* [Cited; Available from:
<http://www.monografias.com/trabajos31/software-educativo-cuba/software-educativo-cuba.shtml#softeducat>.
12. [cited; Available from:

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

<http://www.doominformatica.com/Software/caracteristicas.asp>.

13. Gallego, J.P.G., *Fundamentos de la Metodología RUP*. 2007.

14. Karenia Donatien Goliath, Y.R.M., *Documentación imprescindible para los flujos de trabajo de diseño e implementación de software de gestión*. 2007.

15. Pérez, Y.P., *Sistema Metodológico para el desarrollo de Software Educativo*. 2007.

16. *Ayuda del Rational Unified Process (RUP)*.

17. León, R.A.H., *El paradigma cuantitativo de la investigación científica*. 2002.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Díaz-Antón, G., Pérez, M., Grimán, A., Mendoza, L. *Instrumento de software educativo bajo un enfoque sistémico*.
<http://www.academia-interactiva.com/evaluacion.pdf>
- Ramos Herrera, Igor Martín and Hidalgo San Martín, Alfredo and Célis de la Rosa, Alfredo de Jesús (2003) *Evaluación de la calidad de la información en Internet: estado del arte y consideraciones para su aplicación en la BVS Adolec México*.
<http://eprints.rclis.org/archive/00001822/>
- Malbrán María del Carmen, Pérez Rejón Débora. *Evaluación educativa*.
<http://www.fahce.unlp.edu.ar/academica/Areas/cienciasdelaeducacin/Catedras/evaluacioneducativa/>
- *Sistema de control de calidad de software*.
http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_control_de_calidad_de_software
- Juan Manuel Cueva Lovelle. *Calidad de software*.
http://gidis.ing.unlpam.edu.ar/downloads/pdfs/Calidad_software.PDF
- Ernesto Quiñones A. *Modelos de Calidad de Software y Software Libre*.
http://www.eqsoft.net/presentas/modelos_de_calidad_y_software_libre.pdf
- Diseño de investigación.
- <http://tesis.uci.cu>
Curso de Metodología de la Investigación.
<http://teleformación.uci.cu>

Anexos

Anexo 1. Proceso de desarrollo del Software Educativo.

Proceso: Definición del proyecto

Etapa de concepción inicial del producto, donde el cliente entrega su solicitud y el guión de contenido (si lo tiene elaborado)

Momento donde se traza la estrategia de trabajo durante el desarrollo del proyecto para el equipo de proyecto, incluyendo trabajo con el cliente.

Participan: Cliente: quien solicita el desarrollo del producto, representante de la dirección de producción, Vicedecano de producción de la facultad.

Resultados:

- Solicitud del proyecto
- Guión de contenido
- Definición de estrategia de trabajo
- Definición de líder de proyecto
- Definición de equipo de trabajo
- Control de los contactos de los integrantes del equipo.
- Establecimiento de las políticas de Gestión de configuración y salvadas.
- Se registra cada evento en el documento bitácora. (Fechas de entregas, acuerdos e incumplimientos)
- Cronograma general e inicial del proyecto
- Documento Visión

Necesidades:

- Planilla de solicitud de proyecto
- Planilla de Equipo de trabajo
- Contactos generales

- Contactos particulares
- Documento Visión
- Documento Bitácora

Proceso: Gestión de requisitos y análisis

Se hace un estudio de la solicitud del cliente y del guión de contenido, y se aclaran las posibles dudas sobre la documentación entregada y se revisa el guión hasta tener una total comprensión del mismo, cuando se logra esto se elabora el guión técnico.

Participan: cliente, guionista de contenido, representante del grupo de calidad, representante de la dirección de producción.

Resultados:

- Guión técnico
- Planillas de medias
- Documento técnico
- Se actualiza el *documento bitácora*

Necesidades:

- Pautas para la elaboración del guión técnico.
- Planillas de medias.
- Planillas de solicitud de imágenes
- Planillas de solicitud de locuciones
- Planillas de solicitud de sonidos
- Planillas de solicitud de videos
- Planillas de solicitud de animaciones
- Planillas de solicitud de digitalización

Proceso: Evaluación técnica

En este proceso se realiza un análisis del proyecto, las especificaciones de los productos a elaborar y se realiza una recomendación de la arquitectura a usar para la

producción de software educativo así como de la arquitectura organizativa para acometer la producción.

Participan: Equipo de evaluación, compuesto por miembros de diferentes equipos con experiencia en producciones anteriores.

Resultados: Documento de diagnóstico de producción

Proceso: Gestión de medias

La gestión de medias comprende los procesos de búsqueda o producción de determinados recursos audiovisuales en función de los requisitos dados en el guión técnico. Constituye en un flujo de trabajo con alto grado de complejidad. La definición que brindaremos a continuación solo abarca la interacción del proyecto de producción con la Dirección de Comunicación Audiovisual (DCAV) para la adquisición de las medias requeridas para la producción.

Para definir esta interacción se describió el flujo de solicitud de recursos audiovisuales que se describe a continuación.

Solicitud de media

Durante este proceso se realizan las solicitudes de recursos audiovisuales a la DCAV.

Participan: Vicedecanos de producción, jefes de líneas

Resultados: Documento de Solicitud de Media.

Definición de prioridad

Según el proyecto se le asignará una prioridad a cada solicitud para su gestión que debe guiar a los especialistas de la DCAV.

La prioridad por defecto de una solicitud es la fecha de realización, esta puede modificarse si fuera necesario. La modificación de la definición de prioridad a una solicitud solo puede suceder antes del proceso de la gestión de medias.

Participan: Especialistas de DSWE.

Resultados: Definición de una prioridad a la solicitud.

Validación de solicitud

La DCAV valida que las planillas no contengan errores. Puede ser aceptada o rechazada. En caso de ser aceptada define un responsable.

Cuando se aprueba una solicitud deberá indicarse el nombre del responsable de la gestión de media por parte de la DCAV.

Responsable: DCAV

Resultados: Designación del Responsable por la dirección de comunicación audio visual.

Gestión de medias

Este proceso consiste en la búsqueda o producción de los recursos audiovisuales solicitados. Fue definido de conjunto con los especialistas de la DCAV.

Entrega de medias

El especialista de la DCAV copia las medias en el servidor y se modifica el estado de la planilla.

Para realizar las entregas se deben seguir las siguientes pautas:

Participan: Especialista de DCAV

Resultados: Planilla de medias entregadas, Medias copiadas en el servidor de medias.

Validación de entregas

Se validan las planillas entregadas. Pueden ser aceptadas o rechazadas. Si no se aceptan se especifican las razones por la que rechazan.

Se divide en dos etapas que se definen a continuación.

Etapa 1: Validación Pedagógica.

Se realizan las de contenido, con el objetivo de validar que el contenido de las medias se ajuste al solicitado.

Participan: DSWE

Resultados: Listado de las medias no aceptadas.

Etapa 2: Validación Técnica.

Se realizan las validaciones técnicas donde se verifica que las medias se ajusten a los parámetros definidos y concuerden los nombres con los de las planillas de solicitud. En caso positivo se actualiza el estado de la solicitud.

Participan: Jefe de línea.

Resultados: Listado de las medias no aceptadas.

Aceptación de las medias.

Una vez validadas todas las medias entregadas, se cierra el pedido emitiendo un documento de aceptación de las medias.

Participan: Especialistas de DSWE.

Resultados: Carta de Aceptación de Medias

Proceso: Gestión de diseño gráfico

La gestión de diseño gráfico comprende los procesos de concepción realización del diseño gráfico de un producto de software educativo en función de los requisitos dados en el guión técnico. Constituye en un flujo de trabajo en si mismo. La definición que brindaremos a continuación solo abarca la interacción del proyecto de producción con la Dirección de Diseño Visual para la obtención del diseño visual requerido para la producción.

Solicitud de diseño

Envío de la Solicitud de Diseño.

Participan: Dirección de Producción, VD de producción

Resultados: Designación por la dirección de diseño de un diseñador.

Definir tiempo de respuesta de entrega de cronograma.

Necesidad: Guión técnico, Pautas técnicas

Encuentro con guionistas

Encuentro con el objetivo de aclarar cualquier duda que pueda tener el diseñador.

Participan: DD

Resultados: Acta de la reunión.

Etapa de diseño

Este proceso se define en varias etapas, que constituyen subprocesos, y se definen a continuación.

Etapa 1: Estudio del Guión.

En este momento el diseñador realiza un estudio del guión y define un estimado de tiempo para entregar el cronograma de diseño, las pautas y una propuesta.

Participan: DD

Resultados: Tiempo de entrega de cronograma, las pautas y la propuesta de diseño inicial.

Necesidad: Guión Técnico.

Etapa 2: Pautas Generales.

El diseñador pauta el diseño gráfico del producto.

Participan: DD

Resultados: Pautas de Diseño Gráfico.

Etapa 3: Entrega de propuesta inicial.

Se realiza la entrega de la propuesta inicial al cliente, el cual tiene un tiempo definido para hacer sus observaciones y aceptar o rechazar la propuesta.

Participan: DD

Resultados: Propuesta inicial, Carta de Aceptación de Propuesta de diseño.

Etapa 4: Diseño por etapa.

Según el cronograma, el diseñador va diseñando y realizando entregas parciales.

Participan: DD

Resultados: Cronograma de realización.

Entrega de diseño

Una vez que son entregadas las medias llevan un proceso de validación de su contenido y se entregan para la programación

Participan: Guionista

Resultados: Documento: Carta de aceptación.

Proceso: Construcción

En este proceso se toman en cuenta fundamentalmente las etapas que se describen a continuación. Estas se definen a partir de las definiciones previas de los tres procesos descritos anteriormente y se realizan según los ciclos de entregas definidos en los cronogramas de la DCAV y la DSWE.

Resultados generales: Cronograma de trabajo, se actualiza el documento bitácora.

Necesidades: Cronograma de entrega de medias, Cronograma de entrega de diseños, Pautas técnicas, Guión técnico

Etapas 1: Implementación

La implementación se regirá por el guión técnico, y su modificación se realizará en acuerdos del guionista y el diseñador.

Participa: Equipo de desarrollo

Resultados: Entregables parciales

Para su ejecución el proceso requiere: Guión técnico, recursos audiovisuales, componentes de diseño visual.

Etapas 2: Revisión técnica

Se realiza una revisión técnica del entregable que se procederá a entregar al cliente.

Participan: Grupo de revisores técnicos, Líder de calidad de la facultad,

Resultados: Listado de errores, Plan de corrección de errores

Necesidad: Guión técnico, Pautas técnicas, Casos de prueba.

Etapas 3: Corrección de errores

Se corrigen los errores detectados durante la revisión.

Participan: Equipo de desarrollo

Resultados: Entregable parcial corregido,

Necesidad: Listado de errores, Guión técnico.

Etapa 4: Entrega y revisión del cliente

El cliente hace una revisión de contenido del entregable, si contiene errores se regresa para su corrección (etapa 3), definiendo un plan de corrección, si no contiene errores, se entrega al cliente una carta de aceptación para la entrega parcial.

Participan: Guionista, Cliente.

Resultados: Validación del cliente, Carta de aceptación, Plan de corrección de errores.

Necesidad: Guión de contenido.

Proceso: Aceptación final del producto

Una vez realizadas todas las entregas se termina el proceso con una carta de aceptación del producto que manifiesta la aceptación del producto por parte del cliente.

Participan: Cliente, Director de Producción o Vicedecano de producción de la facultad

Resultados: Carta de aceptación del producto

Necesidades: Todas las entregas anteriores aceptadas.

Proceso: Gestión de configuración

En esta área se definen las políticas para el desarrollo de los proyectos, además de las herramientas para la gestión de control de versiones, las herramientas de trabajo colaborativo Web, los servidores en los cuales podrán encontrar dichas herramientas, la documentación básica para el uso de estas herramientas, etc. Todas estas definiciones de políticas y procedimientos están en total concordancia con las definiciones establecidas por la Infraestructura productiva para todos los proyectos productivos. Teniendo en cuenta estas políticas generales se han realizado algunas especificaciones para los proyectos de software educativo y multimedia.

Para las definiciones de gestión de configuración se han tomado elementos que indican algunos modelos de calidad estándares. Los elementos de Gestión de configuración que se han definido son:

- Debe hacerse durante todo el ciclo de vida del software.

- Se identificaron los elementos de configuración. Se definieron los productos a situar bajo gestión de configuración. Los productos incluyen: requisitos, diseños, código, pruebas; otras líneas base de productos (por ejemplo, documentación del usuario); planes del proyecto software; estándares y procedimientos.
- Se estableció un sistema de gestión de configuración. Un sistema de gestión de configuración incluye el medio de almacenamiento, los procedimientos, y las herramientas para tener acceso al sistema de la configuración.
- Se creó una línea base, esencial para todos los proyectos. Lo que significa que todos los proyectos de software educativo deben gestionar la configuración de los elementos identificados y agregar otros que considere oportuno.
- Se define la actividad de auditar a través de: Revisiones Técnicas Formales, Auditorías de la Configuración del Software.

Las políticas definidas fueron las siguientes:

- Políticas de gestión de configuración y salvas
- Configuración de las estaciones de trabajo
- Políticas de organización de la información de los proyectos
- Políticas de Salvas

Anexo 2. Artefactos generados en cada flujo de trabajo correspondientes al proceso de producción del Software de Gestión.

Modelamiento del negocio

- Glosario del negocio: este documento se desarrolla para guardar las condiciones necesarias para entender el negocio que se plantea. No es obligatorio.
- Reglas del negocio: son declaraciones de políticas o condiciones que deben satisfacerse. Se usan cuando hay muchas reglas o las condiciones del funcionamiento del negocio son complejas.
- Documento Visión del negocio: define ellas metas y objetivos del modelado del negocio. Puede excluirse.

- Valoración de la organización designada: describe el estado actual de la organización en que el sistema será desplegado.
- Sistema del negocio: encapsula los papeles que cumplen un propósito específico y define las responsabilidades para lograr ese propósito
- Modelo de Casos de Uso del negocio: se usa como una entrada esencial para identificar papeles dentro del negocio. Se desarrolla si se necesita entender o cambiar los procesos del negocio.
- Casos de Uso del negocio: define las acciones realizadas por un actor específico. Se usan cuando los procesos del negocio deben ser entendidos o cambiados.
- Especificación suplementaria del negocio: presenta los cuantificadores del negocio que no se incluyen en el modelo de Casos de Uso del negocio o en el Modelo de Análisis del negocio, o restricciones que este debe cumplir
- Actores del negocio: representa un papel dentro del negocio. Son los que desarrollan los casos de uso.
- Realización de los Casos de Uso del negocio: describe como los trabajadores, entidades eventos del negocio colaboran para realizar un caso de uso particular. Este artefacto se planifica si el flujo de trabajo es importante o los cambios que este pueda sufrir puede afectar la forma en que funciona el negocio.
- Entidades del negocio: representa un fragmento significativo y persistente de información que se manipula por los actores del negocio. Pueden usarse en muchas realizaciones de casos de uso diferentes.
- Trabajadores del negocio: es una abstracción de un humano o sistema de software que representan o realizan un papel dentro de las realizaciones de los casos de uso del negocio.

Levantamiento de requisitos

- Plan de Administración de requerimientos (refinado): describe los artefactos de requisitos y controla los cambios que puedan sufrir los requisitos del producto.
- Documento visión (refinado)

- Atributos de requerimientos (refinado): almacena los atributos y dependencias de los requisitos del proyecto.
- Especificaciones suplementarias (refinado): captura los requisitos suplementarios del sistema que no se capturan en artefactos como la especificación de los casos de uso.
- Respuesta de involucrados (refinado): contiene cualquier tipo de demandas de clientes, usuarios finales. Puede contener además las referencias a cualquier tipo de fuentes externas.
- Plan de iteraciones (refinado): es un tiempo secuenciado para las actividades y tareas con los recursos asignados, conteniendo las dependencias de la tarea.
- Registro de revisión: creado para capturar los resultados de una actividad en la revisión. Es obligatorio. Ocurre a lo largo del ciclo de vida de desarrollo.
- Documento de arquitectura del software: proporciona una apreciación global arquitectónica y comprensiva del sistema usando varias vistas diferentes del mismo. Desarrollado principalmente durante la fase de la Elaboración.
- Especificaciones de requerimientos del software: captura los requisitos del software para el sistema completo o solo para una porción.

Análisis y diseño

- Modelo de despliegue (refinado): modela la configuración de procesamiento de los nodos, así como la comunicación entre ellos, componentes y objetos que residen en ellos.
- Modelo de diseño (refinado): describe la realización de los casos de uso, y sirve como una abstracción del modelo de aplicación y su código fuente. Este modelo se usa como la entrada esencial a las actividades en la aplicación y prueba.
- Realización de los Casos de Uso (refinado): describe cómo se comprende un caso de uso particular dentro del modelo de diseño. Es creado en la fase de elaboración.

- Clases del análisis (refinado): representan un modelo conceptual de las responsabilidades que tiene el sistema. Es opcional y se elaboran en la las fases de elaboración y construcción.
- Architectural Proof-of-concept (refinado): es una solución que simplemente puede ser conceptual a los requisitos arquitectónicamente significantes que se identifican en la etapa inicial
- Prototipo de Interfaz de usuario (refinado): es un ejemplo de la interfaz de usuario que se construye con el objetivo de explorar y/o validar el diseño de la interfaz. Es opcional y construido durante la fase de elaboración.
- Mapa de navegación (refinado): expresa la estructura de los elementos de la interfaz de usuario en el sistema, junto a sus sendas potenciales de navegación. Es opcional.
- Modelo de análisis (refinado): un modelo de objeto describe la realización de casos de uso y sirve como una abstracción del Artefacto: Modelo de diseño. El Modelo de Análisis contiene los resultados de los casos de uso del análisis y los casos del Artefacto: Clases del análisis.
- Cápsula (modelo del plan) (refinado): modelo de diseño específico que solo representa un hilo encapsulado de mando en el sistema. Usado para el diseño en tiempo real normalmente con Rational Rose.
- Subsistemas del diseño: parte de un sistema que encapsula su comportamiento, expone además un juego de interfaces, paquetes y otros elementos ejemplares. Es opcional para sistemas simples sólo compuestos por clases y paquetes.
- Clases de prueba: clases especializadas en el modelo de diseño que representan el comportamiento específico de la prueba que el software lega al artefacto de soporte. Estas sólo se usan si está llevado acabo la funcionalidad específica de la prueba.
- Paquete de diseño: es una colección de clases, relaciones, realizaciones de casos de uso, diagramas y otros paquetes. Se usa para estructurar el modelo de diseño dividiéndolo en partes más pequeñas. Es obligatorio y se confecciona en las fases de elaboración y construcción.

- Especificación de Interfaz de prueba (refinado): proporciona un grupo bien definido de servicios que debe brindar el sistema. Es requerido fundamentalmente cuando la ejecución de pruebas del software usa interfaces normales.
- Modelo de datos (refinado): describe las representaciones lógicas y físicas de datos persistentes usadas por la aplicación. En casos donde la aplicación use un sistema de dirección de base de datos correlativo.

Implementación

- Modelo de implementación (refinado): representa la composición física de la aplicación referida a los subsistemas de aplicación y elementos de aplicación (directorios, archivos, código fuente, datos y archivos ejecutables).
- Plan de construcción de iteraciones (refinado): mantiene un plan detallado de la integración dentro de una iteración. Es recomendado.
- Diseño de prueba (refinado): las instrucciones paso a paso que comprende la especificación del diseño de prueba. En caso de componentes más pequeños, se prueban normalmente sólo los aspectos críticos.
- Test Log (la traza o el seguimiento de haber hecho una prueba.): una colección de rendimiento capturada durante la ejecución de una o más pruebas pertenecientes a un ciclo de pruebas. A menudo es usado para obtener los resultados determinados de una prueba.
- Elementos de implementación (refinado): partes físicas que construyen una aplicación, incluyendo archivos y directorios, así como archivos de código de software (código fuente, binario o ejecutable), archivos de datos y ayuda en línea.
- Construible: versión operacional de un sistema o parte del mismo que demuestra las capacidades que debe tener el producto final. El construible comprende uno o más elementos de implementación (ejecutable).
- Subsistemas de implementación (refinado): juego de elementos de implementación. Estos estructuran el Modelo de Implementación dividiéndolo en partes más pequeñas que pueden integrarse separadamente y pueden probarse

Prueba

- Estrategia de prueba: define el plan estratégico de las pruebas dirigidas a uno o más aspectos del sistema. No es considerado como un artefacto opcional. Pueden ser múltiples artefactos divididos en varias dimensiones, incluso la fase de desarrollo, tipo o comprobación y artículo de prueba de caja blanca.
- Arquitectura automática de prueba (refinado): una composición de varios planes de automatización de prueba y elementos de aplicación y sus especificaciones que incluyen las características fundamentales de la automatización de la prueba del software.
- Plan de prueba: definición de las metas y objetivos de prueba dentro del alcance de la iteración (o proyecto), el acercamiento a ser tomado, los recursos requirieron y el ejecutable a ser producido.
- Plan de iteraciones (refinado): actividades y tareas, con los recursos asignados, que contienen las dependencias de la tarea, para la iteración, un plan de grano fino.
- Pautas específicas del proyecto (refinado): proporcionan la guía para realizar una cierta actividad o un juego de actividades en el contexto del proyecto. Se ven las pautas seleccionadas para el proyecto como una parte del proceso de desarrollo para este proyecto.
- Lista de ideas de prueba (refinado): lista enumerada de ideas que identifica las pruebas potencialmente útiles para dirigir.
- Test Script (refinado): instrucciones paso a paso que comprenden una prueba. Las Escrituras de la prueba pueden tomar el formulario de cualquiera documento de instrucciones textuales que se ejecutan por mano o computadora, puede ser instrucciones entendibles que habilitan la ejecución de la prueba automatizada.
- Casos de prueba (refinado): especificación (normalmente formal) de un juego de entradas de la prueba, condicionando la ejecución y obtención de los resultados identificados con el propósito de hacer una evaluación de algún aspecto particular de un Artículo de la Prueba Designado.
- Colección de prueba (refinado): Un paquete que agrupara colecciones de pruebas, así como la sucesión de la ejecución de esas pruebas para proporcionar un juego

útil y relacionado de información por la que pueden determinarse los resultados de la misma.

- Cambios solicitados (refinado): se proponen cambios a los artefactos de desarrollo a través de las Demandas de Cambio (DC). Las DC se usan para documentar los defectos, las mejoras y cualquier otro tipo de demanda para un cambio al producto.
- Sumario de evaluación de prueba (refinado): resumen de Evaluación de Prueba que organiza y presenta un análisis del resultado de la prueba y medidas importantes de prueba para la revisión y valoración.
- Resultados de prueba (refinado): colección de información determinada del análisis de una o más pruebas y Demandas de Cambio, proporcionando una valoración relativamente detallada de la calidad de los Artículos de la Prueba Designada y el estado del esfuerzo de la prueba.
- Datos de prueba: definición (normalmente formal) de una colección de valores de entrada de prueba que se consumen durante la ejecución de una prueba, donde se obtiene como resultado los propósitos comparativos durante la ejecución de una prueba.

Despliegue

- Plan de despliegue (refinado): describe el juego de tareas necesario instalar y probar en el producto desarrollado tal que puede ser eficazmente lo requerido por el usuario.
- Factura de materiales (refinado): partes constitutivas de una versión dada de un producto, y donde las partes físicas pueden encontrarse.
- Configuración del ambiente de prueba (refinado): especificación para un arreglo de hardware, software, y las escenas de ambiente asociadas que se exigen permitir dirigir las pruebas exactas que evaluará uno o los artículos de la prueba.
- Sumario de evaluación de prueba (refinado): organiza y presenta un resumen del análisis del resultado de la prueba y medidas importantes de prueba para la revisión y valoración. Además contiene una declaración general de calidad relativa y puede mantener las recomendaciones del esfuerzo de prueba.

- Entrenamiento de materiales: material que se usa para entrenar programas o cursos para ayudar a los usuarios finales con el uso del producto, funcionamiento y/o mantenimiento.
- Artefactos de inicialización (refinado): artefactos de la instalación que se refieren al software, estos documentan las instrucciones exigidas para la instalación del producto. Es opcional.
- Notas de descarga (refinado): identifican los contenidos incluidos y los cambios conociendo una unidad del despliegue que está disponible para el uso. Es recomendado.
- Plan de despliegue aprobado (refinado): describe el juego de tareas necesario instalar y probar el producto desarrollado tal que pueda ser eficazmente utilizado por el usuario
- Unidad de despliegue (refinado): consiste en una figura (colección ejecutable de componentes), documentos (el material de apoyo del usuario final y notas del descargo) y artefactos de la instalación.
- Producto (refinado): el empaquetamiento de un producto para la apelación del mercado lo distingue de una unidad del despliegue. Un producto puede contener las unidades del despliegue múltiples, y puede ser accesible como un artículo descargable.
- Documento Informe del Producto (refinado): incluye el texto que está en 'la marca' del producto. El documento Informe del Producto puede aparecer en el empaquetamiento físico o en un sitio web. Es opcional.

Administración de configuración y cambios

- Plan de administración de configuración (refinado): describe toda la Configuración y Dirección de Mando de Cambio (CCM) actividades que usted realizará durante el curso del producto o ciclo de vida del proyecto.
- Producto almacenado (refinado): el almacén del proyecto guarda todas las versiones de archivos del proyecto y directorios. También guarda todos los datos derivados y datos de la meta asociados con los archivos y directorios.
- Espacio de trabajo (refinado): permite el acceso controlado a los artefactos y otros recursos exigidos en el desarrollo del producto

- Medidas del proyecto: son el almacén de datos de las métricas del proyecto. Contiene el proyecto más actual, recursos, proceso, y medidas del producto inicial.
- Configuración de los resultados de auditorías: identifican una línea de fondo, cualquier artefacto requerido perdido, o al que se le probaron los requisitos incompletamente. Es opcional.
- Orden de trabajo completada: medios del Gerente del Proyecto de comunicar lo que será hecho y cuándo, al personal responsable. Se vuelve un contrato interior entre el Gerente del Proyecto y aquéllos a los que se le asignaron las responsabilidades de la realización.

Administración de proyecto

- Lista de riesgos (refinado): lista ordenada de riesgos conocidos y abiertos al proyecto, ordenados en el orden decreciente de importancia y asociados con mitigación específica o acciones de contingencia. Es requerida. Se mantiene a lo largo del proyecto.
- Plan de desarrollo del software (refinado): artefacto comprensivo, compuesto, que recoge toda la información exigida para el manejo del proyecto.
- Iteraciones valoradas (refinado): captura el resultado de una iteración, el grado a que el criterio de la evaluación fue reunido, que las lecciones aprendieron, y cambios que han sido hechos. Es requerido.
- Plan de medidas (refinado): Define las metas de la medida, la métrica asociada, y la métrica primitiva que fue coleccionado en el proyecto para supervisar su progreso. Es opcional.
- Plan de Administración de riesgo (refinado): detalla cómo manejar los riesgos asociados con un proyecto. Detalla las tareas de dirección de riesgo que se llevarán a cabo, las responsabilidades asignadas, y cualquier recurso adicional requerido para la actividad de dirección de riesgo. Es optativo.
- Plan de aceptación del producto: describe cómo el cliente evaluará los artefactos entregables de un proyecto.
- Plan de resolución de problemas (refinado): describe el proceso de informar, analizar, los problemas de la resolución que ocurren durante el proyecto.
- Plan de aseguramiento de calidad: artefacto que proporciona una vista clara de cómo el producto, artefacto, y calidad del proceso serán asegurados. Contiene la

Revisión y Plan de la Auditoría, y referencias de otros artefactos desarrollados durante la fase del Principio.

- Valoración de estado (refinado): la Valoración de Estado periódica mantiene un mecanismo para manejar todas las expectativas a lo largo del ciclo de vida del proyecto.
- Lista de problemas (refinado): proporciona una manera de grabar al Gerente del Proyecto y problemas, excepciones, anomalías, u otras tareas incompletas que requieren atención que relaciona a la dirección del proyecto.

Ambiente

- Procesos de desarrollo específicos del proyecto (refinado): configuración del armazón de RUP subyacente que satisface las necesidades del proyecto. Un nombre común para este artefacto en el contexto de un proyecto es el Proceso Proyecto-específico.
- Caso de desarrollo (refinado): describe el proceso de desarrollo que usted ha escogido seguir en su proyecto. Requerido para la mayoría de los proyectos
- Plantilla específica del proyecto: plantillas para los artefactos del documento e informes usados en el proyecto. Puede haber también plantillas para modelos y los elementos modelados, como el modelo de diseño.
- Herramientas (refinado): estas son para apoyar el esfuerzo de desarrollo del software. Se realizan al inicio del ciclo de vida del proyecto.
- Manual de estilo: describe cómo los manuales de apoyo del usuario final deben desarrollarse.
- Infraestructura de desarrollo revisada: incluye el hardware y software, como las computadoras y sistemas operativos de la carrera de las herramientas

Anexo 3. Guía para informar el peso de los criterios.

Modelo No. 1

Guía para informar el peso de los criterios.

Fecha de recepción _____

Fecha de entrega _____

Le otorgará un peso a cada criterio de acuerdo a su opinión y el peso total de cada grupo debe sumar:

Grupo No.1..... 25

Grupo No.2..... 30

Grupo no.3..... 20

Grupo No.4.....25

Para que el peso total asignado sea 100.

Grupo No. 1: Criterios de mérito científico

1. Valor científico de la propuesta. Peso.....

2. Calidad de la investigación. Peso.....

3. Aporte científico. Peso.....

4. Novedad científica. Peso.....

Grupo No. 2: Criterios implantación

5. Satisfacción de las necesidades de los ingenieros de software. Peso.....

6. Necesidad del empleo de la propuesta. Peso.....

7. Adecuación a uso de la metodología RUP. Peso.....

8. Los aseguradores de calidad de los proyectos deben tener conocimientos de evaluación de software para aplicar la propuesta. Peso.....

9. Solución del problema existente de la falta de calidad del software educativo y de gestión producidos en la UCI. Peso.....

10. Uso de los principios básicos de la ingeniería de software. Peso.....

Grupo No.3: Criterios de flexibilidad

11. Adaptabilidad a proyectos productivos que utilicen la metodología RUP. Peso.....

12. Uso del modelo de evaluación de software en los procesos de producción. Peso.....

Grupo No.4: Criterios de impacto

13. Repercusión en los proyectos productivos que utilicen la metodología RUP. Peso...

14. Aceptación de la propuesta por los líderes de proyecto. Peso.....

15. Posibilidades de aplicación. Peso.....

16. Impacto en el área a la cual está destinada. Peso.....

Anexo 4. Guía para la evaluación.

Modelo No. 2

Guía para la evaluación.

Fecha de recepción _____

Fecha de entrega _____

- Criterios de medida que se evalúan en una escala de 1 - 5

Grupo No. 1: Criterios de mérito científico

1. Valor científico de la propuesta. Peso.....

2. Calidad de la investigación. Peso.....

3. Aporte científico. Peso.....

4. Novedad científica. Peso.....

Grupo No. 2: Criterios implantación

5. Satisfacción de las necesidades de los ingenieros de software. Peso.....

6. Necesidad del empleo de la propuesta. Peso.....

7. Adecuación a uso de la metodología RUP. Peso.....

8. Los aseguradores de calidad de los proyectos deben tener conocimientos de evaluación de software para aplicar la propuesta. Peso.....

9. Solución del problema existente de la falta de calidad del software educativo y de gestión producidos en la UCI. Peso.....

10. Uso de los principios básicos de la ingeniería de software. Peso.....

Grupo No.3: Criterios de flexibilidad

11. Adaptabilidad a proyectos productivos que utilicen la metodología RUP. Peso.....

12. Uso del modelo de evaluación de software en los procesos de producción. Peso...

Grupo No.4: Criterios de impacto

13. Repercusión en los proyectos productivos que utilicen la metodología RUP.

Peso.....

14. Aceptación de la propuesta por los líderes de proyecto. Peso.....

15. Posibilidades de aplicación. Peso.....

16. Impacto en el área a la cual está destinada. Peso.....

• Categoría final del proyecto

___ Excelente: Alta novedad científica, con aplicabilidad y resultados relevantes.

___ Bueno: Novedad científica, resultados destacados.

___ Aceptable: Suficientemente bueno con reservas.

___ Cuestionable: No tiene relevancia científica y los resultados son malos.

___ Malo: No aplicable.

Anexo 5. Tabla de los valores del peso relativos a cada criterio.

Tabla 5. Valores del peso relativos a cada criterio dados por los expertos.

G	C/E	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	Ep
25	C1	5	5	6	4	5	4	5	4.857
	C2	10	11	10	8	10	10	9	9.714
	C3	5	5	5	8	5	5	6	5.571
	C4	5	4	4	5	5	6	5	4.857
30	C5	4	6	2	6	4	5	5	4.571
	C6	8	4	5	6	5	6	5	5.571
	C7	8	5	7	6	8	4	5	6.142
	C8	4	5	8	5	7	5	7	5.857
	C9	3	5	4	3	3	4	4	3.714
	C10	3	5	4	4	3	6	4	4.142
20	C11	12	9	8	10	13	6	12	10.000
	C12	8	11	12	10	7	14	8	10.000
25	C13	10	4	8	9	7	7	7	7.428
	C14	5	4	6	8	5	8	5	5.857
	C15	4	10	6	4	8	4	8	6.285
	C16	6	7	5	4	5	6	5	5.428
Total		100	100	100	100	100	100	100	99.998

Anexo 6. Tabla para el cálculo de Concordancia.

Tabla 6. Valores dados por los expertos para el cálculo de concordancia entre ellos.

Expertos/ Criterios	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	$\sum E$	E_p	ΔC	ΔC^2
C1	5	5	6	4	5	4	5	34	4.85	16	256
C2	10	11	10	8	10	10	9	68	9.71	18	324
C3	5	5	5	8	5	5	6	39	5.57	11	121
C4	5	4	4	5	5	6	5	34	4.85	16	256
C5	4	6	2	6	4	5	5	32	4.57	18	324
C6	8	4	5	6	5	6	5	39	5.57	11	121
C7	8	5	7	6	8	4	5	43	6.142	7	49
C8	4	5	8	5	7	5	7	41	5.857	9	81
C9	3	5	4	3	3	4	4	26	3.71	24	576
C10	3	5	4	4	3	6	4	29	4.14	21	441
C11	12	9	8	10	13	6	12	70	10.0	20	400
C12	8	11	12	10	7	14	8	70	10.0	20	400
C13	10	4	8	9	7	7	7	52	7.42	2	4
C14	5	4	6	8	5	8	5	41	5.85	9	81
C15	4	10	6	4	8	4	8	44	6.28	6	36
C16	6	7	5	4	5	6	5	38	5.42	12	144
DC	100	10	10	10	10	10	10	70	99.9	220	3614
		0	0	0	0	0	0	0			

Anexo 7. Tablas para la calificación de cada criterio.

Tabla 7. Calificación de cada criterio dadas por los expertos.

Criterios	Calificación (c)					P	P*c
	1	2	3	4	5		
C1	X					0.04857	0.0485
C2					X	0.09714	0.4857
C3		X				0.05571	0.1114
C4	X					0.04857	0.0485
C5			X			0.04571	0.1371
C6					X	0.05571	0.2785
C7				X		0.06142	0.2456
C8				X		0.05857	0.2342
C9					X	0.03714	0.1857
C10			X			0.04142	0.1242
C11				X		0.10000	0.4000
C12				X		0.10000	0.4000
C13					X	0.07428	0.3714
C14				X		0.05857	0.2342
C15				X		0.06285	0.2514
C16				X		0.05428	0.2171
Total							3.7735