



**PROPUESTA DE UN SISTEMA PARA LA EVALUACIÓN DE CALIDAD DE
SOFTWARE DERIVADO DE ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN**

NELSON ENRIQUE LEÓN MARTÍNEZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
MAESTRÍA EN INGENIERÍA
ÁREA: INFORMÁTICA Y CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
BUCARAMANGA**

2011

PROPUESTA DE UN SISTEMA PARA LA EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SOFTWARE DERIVADO DE ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN

NELSON ENRIQUE LEÓN MARTÍNEZ

**Trabajo de investigación para optar al título de Magister en Ingeniería área de
Informática y Ciencias de la Computación**

Director

Luis Carlos Gómez Flórez

MSc. Informática

Codirector

Alfonso Mendoza Castellanos

BSc. DEA en Automática

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
MAESTRÍA EN INGENIERÍA
ÁREA: INFORMÁTICA Y CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
BUCARAMANGA**

2011

*A Mónica mi esposa, quién siempre creyó en mí y con sus oraciones me daba fuerzas para seguir adelante.
A Dios y a la Virgen quienes se manifestaron una vez más al poner a mi lado a una compañera de vida por quien vale la pena luchar.*

AGRADECIMIENTOS

Al Profesor Luis Carlos Gómez Flórez por su orientación, consejo profesional y paciencia durante el desarrollo del trabajo.

Al Profesor Alfonso Mendoza Castellanos por la confianza depositada.

A mis auxiliares Nelson Pinto y Jorge Pimentel por la conformación de un equipo donde el aprendizaje fue una constante.

A los compañeros del Grupo de Investigación en Sistemas y Tecnologías de la Información por los aportes recibidos dentro de la investigación.

A la Universidad Industrial de Santander a través de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión por el apoyo económico otorgado al proyecto.

A los Grupos de Investigación en Ingeniería Biomédica y Recobro Mejorado por integrarse al desarrollo del proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	14
1. INVESTIGACIÓN, DESARROLLO DE SOFTWARE Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD: CARACTERÍSTICAS DE UNA RELACIÓN CON DIFICULTADES	16
1.1. LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO DE SU TRABAJO	16
1.2. EL DESARROLLO DE SOFTWARE EN LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN	19
1.3. EL DESARROLLO DE SOFTWARE INVESTIGATIVO Y LA EVALUACIÓN DE SU CALIDAD	22
1.4. OBJETIVOS.....	24
1.4.1. Objetivo General.....	24
1.4.2. Objetivos Específicos	24
2. NORMAS Y ESTÁNDARES PARA LA EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SOFTWARE	25
2.1. LA CALIDAD Y LOS ASPECTOS A EVALUAR EN EL DESARROLLO DE UN SOFTWARE.....	25
2.2. GESTIÓN DE PROYECTOS DE SOFTWARE BASADA EN PMBOK®.....	27
2.3. GESTIÓN Y EVALUACIÓN DE PROCESOS SOFTWARE A PARTIR DE LAS NORMAS ISO 12207 E ISO 15504	31
2.4. ESTRUCTURA DE LAS NORMAS ISO 14598 E ISO 9126 PARA LA EVALUACIÓN DE CALIDAD DE PRODUCTOS SOFTWARE	35
3. DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SOFTWARE DERIVADO DE ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN	38
3.1. LÍMITES DEL SISTEMA.....	38
3.2. ROLES DEL SISTEMA.....	40
3.3. ESTRUCTURA GENERAL DEL SISTEMA	40
3.4. ACTIVIDADES DEL SISTEMA	42
3.4.1. Actividades de la gestión y evaluación de la calidad del Proyecto	42
3.4.2. Actividades de la evaluación de calidad del Proceso	47
3.4.3. Actividades de la evaluación de calidad del Producto	52
3.5. MECANISMOS DE VALORACIÓN	56

4. HERRAMIENTA COMPUTACIONAL PARA APOYAR LA EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SOFTWARE DERIVADO DE ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN QUIS 1.0	58
4.1. ¿QUÉ ES QUIS 1.0?	58
4.2. ESTRUCTURA FUNCIONAL DE QUIS 1.0	58
4.3. CARACTERIZACIÓN DEL DESARROLLO DE QUIS 1.0.....	68
5. ILUSTRACIÓN DEL USO DEL SISTEMA PROPUESTO	70
5.1. GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL PROYECTO SRM	70
5.2. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL PROCESO DE DISEÑO DEL SOFTWARE QUIS	72
5.3. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO EOGEST 1.0	76
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	79
BIBLIOGRAFÍA	82

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Roles del sistema.....	40
Tabla 2. Actividades generales de la gestión y evaluación de calidad del proyecto.	42
Tabla 3. Subactividades de la actividad <i>Definir el proyecto</i>	42
Tabla 4. Subactividades de la actividad <i>Realizar seguimiento al proyecto</i>	44
Tabla 5. Subactividades de la actividad <i>Evaluar el proyecto</i>	45
Tabla 6. Actividades generales de la gestión y evaluación de calidad de procesos software.	48
Tabla 7. Subactividades de la actividad <i>Definir los procesos</i>	48
Tabla 8. Subactividades de la actividad <i>Realizar seguimiento a los procesos</i>	49
Tabla 9. Subactividades de la actividad <i>Evaluar los procesos</i>	50
Tabla 10. Actividades generales de la evaluación de calidad de productos software.	53
Tabla 11. Subactividades de la actividad <i>Gestionar el modelo de calidad</i>	53
Tabla 12. Subactividades de la actividad <i>Definir la evaluación</i>	54
Tabla 13. Subactividades de la actividad <i>Evaluar el producto</i>	55
Tabla 14. Mecanismos de valoración del sistema de evaluación de calidad de software.	56
Tabla 15. Formularios para la gestión y evaluación del proyecto.....	59
Tabla 16. Formularios para la gestión y evaluación de procesos.....	61
Tabla 17. Formularios para la evaluación del producto.....	62
Tabla 18. Ficha técnica de la evaluación de calidad del software SRM.....	70
Tabla 19. Ficha técnica de la evaluación de calidad del software QUIS.....	72
Tabla 20. Ficha técnica de la evaluación del software EOGEST 1.0.....	76

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Relación entre Investigación, Desarrollo de software y Evaluación de la calidad del software.	16
Figura 2. Estructura organizacional principal de un grupo de investigación.	17
Figura 3. Estructura de trabajo en un grupo de investigación.	18
Figura 4. Aspectos a evaluar de la calidad de un software.	27
Figura 5. Áreas del PMBOK®	30
Figura 6. Etapas clave de la gestión de los procesos software.....	32
Figura 7. Procesos del ciclo de vida software según ISO 12207.	33
Figura 8. Procesos del ciclo de vida software según ISO 15504	34
Figura 9. Niveles de capacidad de los procesos definidos por la norma ISO 15504.	34
Figura 10. Elementos de un modelo de calidad de evaluación de software	36
Figura 11. Modelo de evaluación de la calidad de productos software.....	37
Figura 12. Límites del sistema	39
Figura 13. Estructura general del sistema	41
Figura 14. Subactividades de la definición del proyecto.	43
Figura 15. Subactividades del seguimiento al proyecto.	45
Figura 16. Subactividades del seguimiento al proyecto.	47
Figura 17. Subactividades de la definición de procesos.	49
Figura 18. Subactividades del seguimiento a los procesos	50
Figura 19. Subactividades de la evaluación de los procesos.....	52
Figura 20. Subactividades de la gestión del modelo de calidad	54
Figura 21. Subactividades de la definición de la evaluación de calidad de productos software.....	55
Figura 22. Subactividades de la evaluación de calidad de productos software	56
Figura 23. Pantalla de presentación de QUIS 1.0.....	58
Figura 24. Acta de constitución del proyecto: Generalidades	65
Figura 25. Cronograma del proyecto.	65
Figura 26. Definición del mapa de procesos.	66
Figura 27. Parámetros de evaluación de procesos de software.	66
Figura 28. Creación de la fórmula de una métrica de calidad.....	67
Figura 29. Definición del modelo de evaluación de calidad de productos software.	67
Figura 30. Proyectos asociados a la implementación de QUIS 1.0.	69
Figura 31. Generalidades del acta de inicio del software SRM.....	71
Figura 32. Estimación de costos para el software SRM.....	71
Figura 33. Sección del acta de los requisitos de la herramienta.	72
Figura 34. Generalidades de la definición de la evaluación de los procesos.....	73
Figura 35. Definición de los parámetros a evaluar.....	74
Figura 36. Selección de los procesos a evaluar.....	74
Figura 37. Evaluación del proceso de diseño.	75
Figura 38. Nivel alcanzado por el proceso de diseño	75

Figura 39. Plan de evaluación de la herramienta EOGEST 1.0	77
Figura 40. Modelo de calidad utilizado en la evaluación.....	77
Figura 41. Resultados de la evaluación del instalador de EOGEST 1.0	78

RESUMEN

Título: PROPUESTA DE UN SISTEMA PARA LA EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SOFTWARE DERIVADO DE ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN*.

Autor: NELSON ENRIQUE LEÓN MARTÍNEZ**

Palabras clave: Calidad de Software, Grupos de Investigación, Proceso, Producto Proyecto, Sistema de Información.

Las entidades dedicadas a la investigación producen diferentes productos tangibles y verificables de conocimiento que avalan su existencia. Uno de estos productos son las herramientas software desarrollados dentro de los proyectos de investigación y las cuales sirven de soporte en fases posteriores de la misma o de futuras investigaciones. Este tipo de herramientas presentan características en su desarrollo que hacen limitada su evaluación de calidad.

La gran cantidad de recursos de personal, tiempo y dinero requeridos para la aplicación de metodologías, normas y estándares internacionales establecidos para la evaluación de la calidad de software y la poca disponibilidad de estos recursos con los que cuentan los grupos de investigación, hace poco práctica su implementación de manera estricta. Por tal motivo se hace necesario plantear la forma de evaluar su calidad debido a la importancia de este tipo de aplicaciones.

En este trabajo, se hace una caracterización de las herramientas computacionales derivadas de actividades de investigación. Posteriormente se presenta una breve descripción de diferentes normas y estándares útiles para evaluar la calidad de software, los cuales sirven como marco de referencia para presentar el diseño de un sistema de información que permita evaluar de una manera práctica la calidad de los desarrollos informáticos realizados en organizaciones dedicadas al desarrollo de investigaciones. Está apoyado en una herramienta software diseñada para llevar a cabo las actividades del sistema y de la cual se presenta su estructura. Por último, se ilustra la aplicación del sistema planteado y la herramienta implementada en la evaluación de la calidad de herramientas software pertenecientes a diferentes contextos investigativos.

* Trabajo de investigación.

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de ingeniería de Sistemas e informática. Maestría en Ingeniería: Área de Informática y Ciencias de la Computación. Director: MSc. Luis Carlos Gómez Flórez. Codirector: BSc. DEA. Alfonso Mendoza Castellanos.

ABSTRACT

Title: PROPOSAL OF A SYSTEM FOR ASSESSMENT OF SOFTWARE QUALITY UNDER RESEARCH ACTIVITIES^{*}

Author: NELSON ENRIQUE LEÓN MARTÍNEZ^{**}

Keywords: Information System, Process, Product, Project, Research Groups, Software Quality.

Entities dedicated to research produce different tangible and verifiable knowledge products that support its existence. One of these products are the software tools developed under research projects and which serve as support for subsequent phases of the same or future researches. This kind of tools shows characteristics in their development process that limit their quality evaluation.

The large amount of manpower, time and money required for the application of methodologies, norms and standards established for the evaluation of software quality and low availability of these resources that have research groups, do unpractical their strictly implementation. For this reason, it is necessary to consider how to assess their quality because the importance of such applications.

In this paper, a characterization of the computational tools resulting from research activities is showed. Afterwards, a brief description of different useful norms and standards in assessing software quality is showed, which serve as framework to present the design of an information system to assess in a practical way the quality of informatics developments made in organizations dedicated to researches development. It is supported by a software tool designed to carry out the system activities and is showed its functional structure. Finally, the application of the system proposed and the implemented tool are illustrated assessing the quality of software tools from different research contexts.

^{*} Research work

^{**} Faculty of Physical-Mechanics Engineerings. School of Systems Engineering and Informatic. Magister of Engineering: Area of Informatic and Computer Science. Director: Luis Carlos Gómez Flórez. Co-Director: BSc. DEA Alfonso Mendoza Castellanos.

INTRODUCCIÓN

El proceso de investigación ha avanzado en los objetivos que persigue y en los resultados obtenidos, pero además ha evolucionado en las herramientas utilizadas para lograrlos. En el contexto investigativo, el software se convierte tanto en una herramienta de soporte como en un resultado de la investigación. En el primer caso se trata de todos aquellos programas utilizados como apoyo a la investigación desarrollada; ejemplo de estos son las herramientas de ofimática, los simuladores, los editores de imágenes, los gestores de bases de datos, los entornos de programación, etc. En el segundo caso, se habla de las aplicaciones desarrolladas durante la investigación y utilizadas como herramientas de apoyo en etapas posteriores del mismo trabajo o en investigaciones futuras; es sobre este último grupo de aplicaciones en las que se enfocará este trabajo.

Ahora bien, los desarrollos software resultantes de una investigación poseen ciertas particularidades no deseables en una herramienta que se supone un apoyo al trabajo a llevar a cabo, derivadas en primera medida de las características de las entidades donde se realizan, es decir los grupos y entidades dedicadas a la investigación, y en segunda instancia a la falta de evaluación de la calidad tanto del proceso llevado a cabo como del producto obtenido. La primera de estas influencias requiere un cambio estructural en las organizaciones, lo cual se aleja del alcance de este proyecto, aunque se describirán las características de éstas que más influyen en el desarrollo de software. El segundo problema se puede pensar en solucionarlo aplicando normas y estándares para la evaluación de calidad a su desarrollo, pero otros factores relacionados con estas organizaciones impiden que se puedan implementar de manera apropiada, aunque estos estándares serán el referente para presentar una solución acorde con las necesidades de calidad de estos tipos de desarrollo.

Este trabajo está orientado a presentar una propuesta de sistema de información que permita gestionar y evaluar la calidad de los desarrollos informáticos

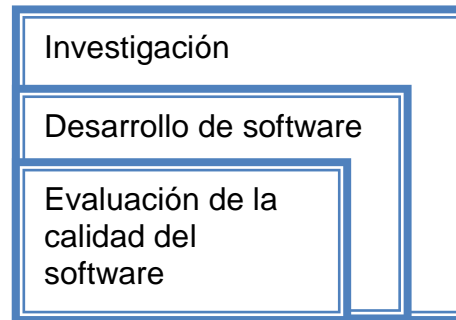
realizados en los grupos de investigación, dando los primeros pasos para reducir el impacto de no evaluar la calidad de estas valiosas herramientas de apoyo de las investigaciones.

Para cumplir con este propósito, primero se describirán las características de los grupos de investigación y del software resultante de sus actividades que limitan tanto la utilización en futuras investigaciones como la confiabilidad en los resultados arrojados. Posteriormente, se hace un breve resumen de las normas y estándares importantes relacionados con el tema de la calidad de software, para extraer de ellos las características más relevantes para gestionar y evaluar la calidad de los desarrollos informáticos tratados. A partir de estos dos análisis, se procederá a presentar la estructura de un sistema de información para evaluar la calidad de software derivado de actividades de investigación, definiendo actividades, roles, entidades de información, instrumentos de registro, mecanismos de valoración y esquemas de comunicación y control. Se presentará la estructura funcional de una herramienta computacional que se creó para apoyar el sistema diseñado y por último se ilustrará la utilización del software en la evaluación de la calidad de tres desarrollos informáticos creados en diferentes contextos de investigación.

1. INVESTIGACIÓN, DESARROLLO DE SOFTWARE Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD: CARACTERÍSTICAS DE UNA RELACIÓN CON DIFICULTADES

En esta primera parte del texto se realizará una descripción del software derivado de actividades de investigación, presentando las particularidades de las entidades que lo realizan, las características del proceso de desarrollo y los productos obtenidos de este tipo de software, y los aspectos de la evaluación de su calidad que plantean la necesidad del sistema propuesto.

Figura 1. Relación entre Investigación, Desarrollo de software y Evaluación de la calidad del software.



Fuente: Autor.

1.1. LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO DE SU TRABAJO

Colciencias define a los grupos de investigación como:

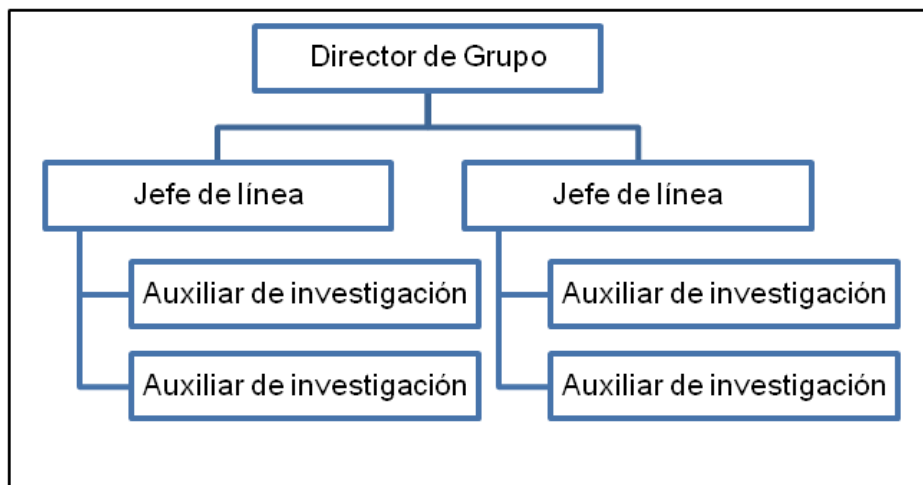
...el conjunto de personas que se reúnen para realizar investigación en una temática dada, formulan uno o varios problemas de su interés, trazan un plan estratégico de largo o mediano plazo para trabajar en él y producir unos resultados de conocimiento sobre el tema cuestión. Un grupo existe siempre y cuando demuestre producción de resultados tangibles y verificables, fruto de proyectos y otras actividades de investigación convenientemente expresadas en un plan de acción (proyectos) debidamente formalizado.¹

De acuerdo con la definición, existen varios aspectos dentro de un grupo de investigación que se deben caracterizar. En primera instancia se encuentra el conjunto de integrantes, quienes suelen organizarse en una estructura más o

¹ DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN. PREGUNTAS FRECUENTES ¿QUÉ ES UN GRUPO DE INVESTIGACIÓN? [en línea]. <<http://www.colciencias.gov.co/faq>> [citado en 05 de febrero de 2011].

menos definida, donde se reconoce un director visualizador del rumbo que debe tomar el grupo, gestor de los recursos para desarrollar las investigaciones y señalador de los problemas que se deben abordar; unos líderes de proyecto o de líneas de investigación quienes dirigen trabajos específicos de una investigación, recolectan y depuran los resultados de las investigaciones, desempeñan labores administrativas, se responsabilizan ante el director del trabajo de los demás integrantes del grupo y por lo general son estudiantes de posgrado; por último se encuentran los auxiliares de investigación quienes son los encargados de trabajos muy puntuales dentro de una investigación, convirtiéndose en muchas ocasiones en sus trabajos de grado. Esta estructura se puede resumir en la figura 2.

Figura 2. Estructura organizacional principal de un grupo de investigación.

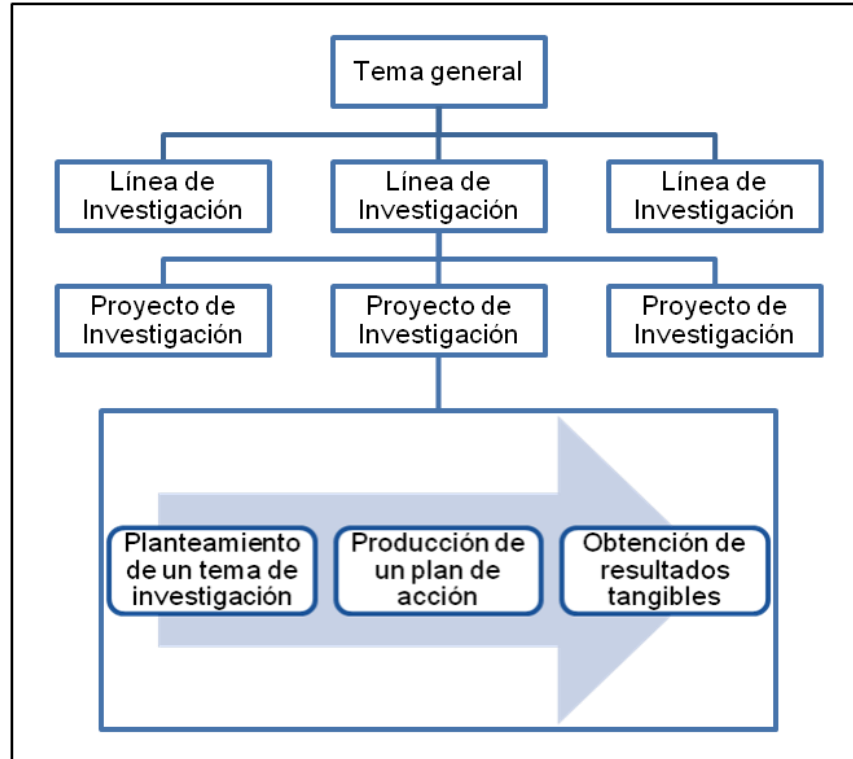


Fuente: Autor.

La siguiente característica de los grupos de investigación son las temáticas que tratan y cómo las abordan. Cada grupo tiene un tema general alrededor del cual se desarrollan sus trabajos y en el interior se generan líneas de investigación relacionadas entre sí que se enfocan en diferentes aspectos de este tema general. A cada línea se adscriben proyectos de investigación que pueden ser planteados por necesidades de la misma organización, organizaciones externas o por la experiencia del director. Una vez definido cuál es el problema a resolver en cada proyecto planteado, se define un plan de acción incluyendo los recursos de

tiempo, personal, dinero y tecnología a utilizarse, bajo un esquema definido de actividades y de resultados a los cuales se quiere llegar. Las actividades de los proyectos pueden estar agrupadas en subproyectos o trabajos de investigación que abordan temas y resultados tangibles muy puntuales. La estructura de trabajo se puede resumir en la figura 3.

Figura 3. Estructura de trabajo en un grupo de investigación.



Fuente: Autor.

Dentro de los resultados tangibles y verificables que se le pide a un grupo de investigación para certificar su existencia, como lo pide la definición de Colciencias, se encuentran documentos como informes de investigación, tesis de grado, libros y artículos; datos experimentales, diseño y construcción de máquinas, sustancias químicas, ponencias en eventos, software, entre otros. El desarrollo de software como resultado de una investigación presenta algunas características, tanto en su implementación como en sus resultados finales, las

cuales son importantes de identificar ya que son la base para justificar el planteamiento del sistema propuesto y que se verán en el siguiente apartado.

1.2. EL DESARROLLO DE SOFTWARE EN LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN

El desarrollo de software en el interior de los grupos de investigación es una práctica que se realiza de manera frecuente, sin importar el tema que se aborde por el grupo. Su aplicación es tan amplia como los temas que se pueden investigar pero se pueden citar algunos ejemplos muy comunes de su utilización:

- Agilizar la realización de cálculos.
- Gestionar el almacenamiento de grandes volúmenes de información.
- Simular el desarrollo de procesos y fenómenos de toda índole.
- Gestionar y documentar procesos en general.
- Servir como mediador en procesos pedagógicos y didácticos enmarcados dentro de la educación en línea.
- Ilustrar nuevas técnicas de programación.
- Acelerar el análisis de datos.
- Apoyar la realización de diagnósticos.
- Gestionar la consulta de información.

Estos desarrollos informáticos pocas veces se planifican desde el inicio de la investigación, especialmente si son las primeras herramientas que se implementan, sino que su necesidad se identifica una vez está en marcha el proyecto de investigación. Esta falta de planificación hace que se presenten situaciones relacionadas con los recursos de personal, de tiempo, tecnológicos y económicos que se afectan los resultados obtenidos y a las cuales se les debe dar un manejo cuidadoso y adecuado. Con respecto al personal encargado del desarrollo, el cual es un subgrupo dentro del equipo de la investigación, se pueden observar las siguientes situaciones:

- Se crean de manera espontánea, sin que exista un proceso definido de selección y verificación de las habilidades de sus integrantes.
- Por lo general, los integrantes son autodidactas en programación y su campo profesional no se encuentra relacionado con la ingeniería del software.
- Poseen habilidades para manejar tanto el tema que están apoyando como las temáticas relacionadas con la programación y el desarrollo de sistemas.
- Son equipos de trabajo de menos de tres personas, las cuales no siempre se mantienen desde el inicio hasta el fin del proyecto.
- Buena parte de quienes lo integran son estudiantes que no han obtenido el grado profesional y en ocasiones abandonan el trabajo una vez iniciado.
- Los profesores que hacen parte de estos equipos plantean la idea y verifican que los resultados que se obtienen pero no se involucran de manera activa en la implementación.
- Salvo que haya proyectos interdisciplinarios con grupos de investigación relacionados con ingeniería de sistemas o ingeniería del software, no cuentan con quién recurrir para asesorarse en el buen desarrollo de una aplicación.

El otro tipo de situaciones presentes en el desarrollo de este tipo de aplicaciones y que afectan los resultados finales, tienen que ver con los recursos de tiempo, tecnológicos y económicos asignados. Dentro de éstas se pueden identificar las siguientes:

- En la mayoría de las ocasiones el tiempo para el desarrollo del software es menor que el asignado a la investigación. Se empieza un tiempo después de iniciada la investigación pero se debe terminar en etapas anteriores a la finalización de ésta para que los resultados arrojados por el software puedan ser utilizados.

- Una situación diferente relativa al tiempo de desarrollo se presenta cuando no existe una entidad externa que esté vinculada a la investigación o que esté interesada en los resultados que se puedan obtener con el software a corto plazo. En este caso, como no hay una presión externa, los desarrolladores, quienes generalmente son estudiantes, se toman demasiado tiempo para obtener un producto final o simplemente pasado un tiempo se retiran del proyecto.
- Los requerimientos y funcionalidad no siempre están planteados completamente desde el inicio del desarrollo sino que aparecen continuamente, generando que los modelos de datos, los diseños de interfaces, entre otros, se deban cambiar una y otra vez para ser adaptados a los nuevos requerimientos, incrementando el tiempo de desarrollo y la posibilidad de errores en los resultados.
- No se cuenta con una infraestructura tecnológica adecuada para desarrollar las herramientas, teniendo que recurrir a equipos personales, a programas de desarrollo no legal o al software libre, sobre el cual no siempre se tiene la garantía de estar bien hecho.

Ahora bien, en cuanto a los programas finalizados estos presentan características favorables y desfavorables que vale la pena mencionar:

- Conllevan la aplicación de dos tipos de conocimientos. Uno que tiene que ver directamente con nuevas metodologías y tecnologías de programación y otro relacionado con el tema de la investigación que está apoyando.
- Son herramientas de muy bajo costo ya que se toma como una actividad más dentro de la investigación y no se le asignan recursos propios para contratar personal y tecnologías de desarrollo.
- Gozan de un alto valor como productos de conocimiento frente a las entidades que evalúan el trabajo de los grupos de investigación.

- Son desarrollos hechos a la medida del cliente ya que se construyen bajo especificaciones muy puntuales y con indicaciones directas de los usuarios finales.
- En la mayoría de los casos, carecen de manuales técnicos que permitan ser entendidos correctamente para crear versiones siguientes.
- Las ayudas y manuales de usuario son realizados de manera informal, explicando de manera muy básica el funcionamiento del software.
- Son muy pocas las herramientas que se utilizan en investigaciones subsiguientes a la que generó su desarrollo.
- No son divulgadas de manera adecuada en grupos o entidades que tratan temas similares para promover su uso y generación de nuevas versiones.

Varias de las características de las herramientas finales y de las situaciones que se presentan en el desarrollo del software investigativo se deben a la forma en que se evalúa la calidad de dichas herramientas, como se muestran en el siguiente apartado.

1.3.EL DESARROLLO DE SOFTWARE INVESTIGATIVO Y LA EVALUACIÓN DE SU CALIDAD

En cuanto a la evaluación de la calidad del software desarrollado en el interior de los grupos de investigación suceden algunas situaciones que vale la pena analizar. Como primera medida, se tiene una concepción de no obtener un beneficio económico a corto plazo por los desarrollos realizados y por lo tanto a nadie le va a interesar de qué forma se desarrollen y cuáles son los niveles de calidad del producto final, lo cual es definitivo en la realización del software de carácter comercial. Las ganancias son menores si el software no cumple con niveles mínimos de calidad.

En segunda instancia, la mayoría de quienes los implementan no son conscientes de la importancia y el beneficio que representa para los usuarios finales las

herramientas que desarrollan y por lo tanto no dedican esfuerzos suficientes para desarrollar productos de buena calidad; pero también hay quienes haciendo un producto de buena calidad no son conscientes de ello y no lo dan a conocer. Se debe pensar que si un producto es ampliamente usado, mayor va a ser el lucro que se obtenga de éste.

Otra práctica común es dejar la evaluación de calidad como una actividad opcional que se realiza al final del desarrollo y cuando los desarrolladores cuentan con tiempo extra, situación que casi nunca se presenta debido a que los estudiantes desarrolladores quieren obtener su grado lo más rápido posible y muy pocos ven en el software producto de su trabajo de grado el inicio de una oportunidad de negocio. La evaluación de la calidad de los desarrollos informáticos es una actividad tan obligatoria como la misma codificación y se debe realizar a lo largo del desarrollo del proyecto ya que se incurriría en el error de centrarla en el producto final, lo cual no es adecuado como se observará en capítulos posteriores. Pero aun cuando se evalúa el producto final, esta evaluación está limitada únicamente a la efectividad de la herramienta, dejando de lado la evaluación de otros aspectos como la seguridad, la eficiencia, la mantenibilidad, etc.

En cuanto al tema de calidad de software existen diferentes y variadas metodologías, normas y estándares para evaluar diferentes aspectos de la calidad de un desarrollo de software. La utilización de estas normas requiere de la asignación de suficientes recursos de personal y tiempo por parte de las organizaciones que las desean implementar. La falta de disponibilidad de recursos en lo grupos de investigación hace que se realice de manera incompleta o de manera no adecuada y se convierta en algo poco práctico de llevar a cabo, por lo cual los esfuerzos no se deben centrar en definir un nuevo estándar para medir la calidad de un proyecto de software, sino en proponer formas de adecuar los estándares existentes al entorno del desarrollo de software resultantes de la actividad investigativa.

La problemática presentada a lo largo de este capítulo plantea la necesidad de hacer una primera aproximación a una propuesta que permita de manera práctica llevar a cabo la evaluación de la calidad del software resultante de actividades de investigación.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Elaborar una propuesta de sistema para la evaluación de la calidad de software resultante de actividades de investigación que permita su cualificación, mediante la estructuración de procedimientos y herramientas a partir de normas y estándares internacionales e ilustrando su aplicación en el diferentes contextos investigativos.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Identificar a partir de normas y estándares internacionales el estado del arte relevante para evaluar la calidad del software resultante de la actividad investigativa.
- Estructurar el sistema de evaluación de calidad de software derivado de la actividad de investigación, estableciendo actividades, roles, entidades de información, instrumentos de registro, mecanismos de valoración y esquemas de comunicación y control.
- Implementar una aplicación software que permita la gestión del sistema propuesto, obteniendo de manera práctica y sencilla resultados de valoración de la calidad.
- Aplicar la propuesta de sistema de evaluación de calidad en la valoración de software desarrollado en proyectos de investigación en por lo menos 3 áreas de conocimiento diferentes.

2. NORMAS Y ESTÁNDARES PARA LA EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SOFTWARE

En este capítulo se revisará el concepto de calidad, se mostrará el planteamiento de cómo evaluarla y una revisión breve de las normas y estándares internacionales que permiten realizarla.

2.1. LA CALIDAD Y LOS ASPECTOS A EVALUAR EN EL DESARROLLO DE UN SOFTWARE

El tema de la calidad en los productos o servicios de cualquier índole se ha hecho algo cotidiano y cada vez más importante puesto que se convirtió en un factor diferenciador cuando se está optando por adquirir un servicio o un bien. El concepto de calidad tiene diferentes definiciones dentro de las cuales se tienen las siguientes:

- *“Conformidad con los requerimientos del usuario”².*
- *“La palabra calidad tiene múltiples significados. Los dos significados que dominan el uso de la palabra son: 1. La calidad consiste en las características del producto que satisfacen las necesidades de los clientes y les proporcionan por tanto satisfacción con el producto. 2. Calidad consiste en la ausencia de deficiencias... Es conveniente estandarizar en una corta definición la palabra calidad como adecuación al uso”³.*
- *“Alcanzar excelentes niveles de aptitud para el uso”⁴.*
- *“Grado en el que un conjunto de características inherentes cumplen con los requisitos”⁵.*

La definición más aceptada es esta última; los requisitos a los que se refiere son establecidos por los usuarios y por tanto se puede decir que la calidad es un tema subjetivo dependiente del nivel de satisfacción que el usuario sienta frente al

² CROSBY P. Quality is Free. Nueva York: McGraw-Hill, 1979. Citado por: PIATTINI M. et al. Calidad de sistemas informáticos. México: Alfaomega Grupo Editor, 2007. Pag. 4.

³ JURAN J. Juran's quality control handbook. 4ta edición. Nueva York: McGraw-Hill, 1988. Citado por: PIATTINI M. et al. Calidad de sistemas informáticos. México: Alfaomega Grupo Editor, 2007. Pag. 4.

⁴ HUMPRHEY W. Managing the software process. Reading, EEUU: Addison-Wesley, 1989. Citado por: PIATTINI M. et al. Calidad de sistemas informáticos. México: Alfaomega Grupo Editor, 2007. Pag. 4.

⁵ UNE-EN ISO 9000:2000. Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario. Madrid: AENOR, 2000. Citado por: PIATTINI M. et al. Calidad de sistemas informáticos. México: Alfaomega Grupo Editor, 2007. Pag. 4.

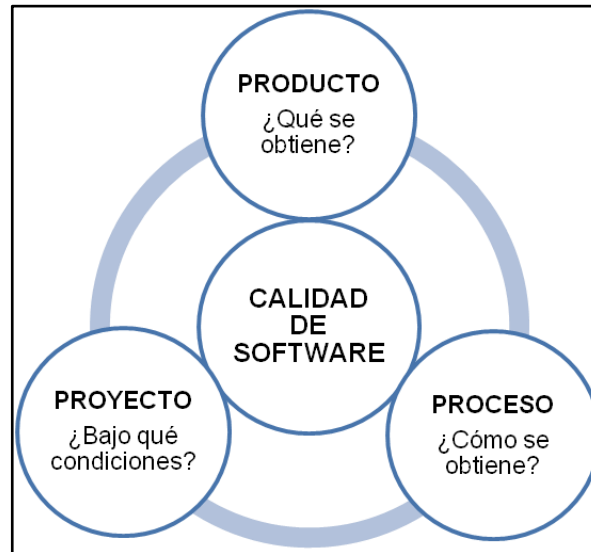
producto utilizado. El software, como cualquier otro producto, también está sujeto a la evaluación de su calidad, de tal manera que los usuarios puedan establecer el grado con el cual éste satisface sus necesidades.

Ahora bien, a pesar de que pueda ser un tema casi subjetivo, existen tres ejes sobre los cuales gira la evaluación de la calidad de los desarrollos de software, a saber:

- Calidad del Proyecto: Evalúa la forma con la cual se han gestionado los recursos de los que dispone el desarrollo de software.
- Calidad del Proceso: Evalúa la manera en la cual se llevan a cabo cada uno de los procesos involucrados en el desarrollo de una herramienta computacional.
- Calidad del Producto: Evalúa si los productos obtenidos cumplen con los requerimientos planteados por el cliente.

Aunque la calidad del proyecto puede hacer parte de la evaluación de los procesos como lo plantean algunas normas, el tema de la administración de proyectos es tan amplio y a su vez involucra subprocesos, que es importante identificarlo por separado para no crear confusión.

Figura 4. Aspectos a evaluar de la calidad de un software.



Fuente: Autor.

A continuación se hará una breve descripción de las normas más usadas para evaluar la calidad de software en diferentes aspectos.

2.2. GESTIÓN DE PROYECTOS DE SOFTWARE BASADA EN PMBOK®

Un proyecto es “un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único”⁶ y como cualquier otro tipo de proyecto, el desarrollo de software requiere una correcta planeación y ejecución de los recursos asignados, además de cumplir con los requisitos establecidos. Un estándar útil para determinar cuáles aspectos se deben controlar de un proyecto de software es PMBOK®. Este es un estándar para la gestión de proyectos desarrollado por el Project Management Institute (PMI) que se caracteriza por:

- Identificar un conjunto de fundamentos reconocidos generalmente como buenas prácticas. Esto significa que se aplican a la mayoría de los proyectos, se está de acuerdo con su valor y utilidad y que si se aplican aumentan la posibilidad de éxito del desarrollo del proyecto.

⁶ PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos 4 edición, 2008, Cap. 1.

- Proporcionar y promover un vocabulario común para la dirección de proyectos, lo cual es esencial para toda disciplina profesional.
- Dejar en claro que no está completa ni abarca todos los conocimientos, sino que se trata de una guía más que de una metodología, ya que se pueden utilizar diferentes metodologías y herramientas para implementar el marco de referencia.
- Ser reconocido por dos entidades internacionales de estandarización como parte de los estándares que promueven: la IEEE (IEEE 1490-2003 tercera edición del PBOK®) y la ANSI (ANSI/PMI 99-001-2008 Cuarta edición del PMBOK®).

El PMBOK® comprende nueve (9) áreas del conocimiento que incluyen procesos para el inicio (I), planeación (P), ejecución (E), control y monitoreo (M), y cierre de un proyecto (C). Las nueve áreas son las siguientes:

1. *Gestión de la Integración*: Incluye los procesos y actividades necesarios para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de la dirección de proyectos dentro de los grupos de procesos de dirección de proyectos.
2. *Gestión del Alcance*: Incluye los procesos necesarios para garantizar que el proyecto incluya todo (y únicamente todo) el trabajo requerido para completarlo con éxito. Su objetivo principal es definir y controlar qué se incluye y qué no se incluye en el proyecto.
3. *Gestión del Tiempo*: Incluye los procesos requeridos para administrar la finalización del proyecto a tiempo.
4. *Gestión de Costos*: Incluye los procesos involucrados en estimar, presupuestar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado. Esta área es muy importante, ya que una de las causas del fracaso de los proyectos de desarrollo de software es la mala planeación de los recursos requeridos.

5. *Gestión de la Calidad:* Incluye los procesos y actividades de la organización ejecutante que determinan responsabilidades, objetivos y políticas de calidad a fin de que el proyecto satisfaga las necesidades por la cuales fue emprendido. Implementa el sistema de gestión de calidad por medio de políticas y procedimientos, con actividades de mejora continua de los procesos llevados a cabo durante todo el proyecto, según corresponda.
6. *Gestión de los Recursos Humanos:* Incluye los procesos que organizan, gestionan y conducen el equipo del proyecto.
7. *Gestión de las Comunicaciones:* Incluye los procesos requeridos para garantizar que la generación, la recopilación, la distribución, el almacenamiento, la recuperación y la disposición final de la información del proyecto sean adecuados y oportunos.
8. *Gestión de los Riesgos:* Incluye los procesos relacionados con llevar a cabo la planificación de la gestión, la identificación, el análisis, la planificación de respuesta a los riesgos, así como su monitoreo y control en un proyecto.
9. *Gestión de las Adquisiciones:* Incluye los procesos de compra o adquisición de los productos, servicios o resultados que es necesario obtener fuera del equipo del proyecto.

En la figura 5 se resumen los procesos que constituyen cada una de las áreas de conocimiento, identificando el tipo de proceso al cual corresponde cada uno de ellos.

Figura 5. Áreas del PMBOK®

1. Gestión de la integración	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar el acta de constitución (I) • Desarrollar el plan para la dirección (P) • Dirigir y gestionar la ejecución (E) • Monitorear y controlar el trabajo (M) • Realizar el control integrado de cambios (M) • Cerrar proyecto o fase (C)
2. Gestión del alcance	<ul style="list-style-type: none"> • Recopilar requisitos (P) • Definir el alcance (P) • Crear la EDT (P) • Verificar el alcance (M) • Controlar el alcance (M)
3. Gestión del tiempo	<ul style="list-style-type: none"> • Definir las actividades (P) • Secuenciar las actividades (P) • Estimar los recursos de las actividades (P) • Estimar la duración de las actividades (P) • Desarrollar el cronograma (P) • Controlar el cronograma (M)
4. Gestión de costos	<ul style="list-style-type: none"> • Estimar los costos (P) • Determinar el presupuesto (P) • Controlar los costos (M)
5. Gestión de la calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Planificar la calidad (P) • Realizar el aseguramiento de calidad (E) • Realizar el control de calidad (M)
6. Gestión de los recursos humanos	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar el plan de recursos humanos (P) • Adquirir el equipo del proyecto (E) • Desarrollar el equipo del proyecto (E) • Dirigir el equipo del proyecto (E)
7. Gestión de las comunicaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar a los interesados (I) • Planificar las comunicaciones (P) • Distribuir la información (E) • Gestionar las expectativas de los interesados (E) • Informar el desempeño (M)
8. Gestión de los riesgos	<ul style="list-style-type: none"> • Planificar la gestión de riesgos (P) • Identificar los riesgos (P) • Analizar cualitativamente los riesgos (P) • Analizar cuantitativamente los riesgos (P) • Planificar la respuesta a los riesgos (P) • Monitorear y controlar los riesgos (M)
9. Gestión de las adquisiciones	<ul style="list-style-type: none"> • Planificar las adquisiciones (P) • Efectuar las adquisiciones (E) • Administrar las adquisiciones (M) • Cerrar las adquisiciones (C)

Fuente: Autor.

2.3. GESTIÓN Y EVALUACIÓN DE PROCESOS SOFTWARE A PARTIR DE LAS NORMAS ISO 12207 E ISO 15504

Así como las definiciones de calidad, también existen varias definiciones para el término *Proceso software*, dentro de las cuales se encuentran las siguientes:

- “Conjunto de actividades, métodos, prácticas y transformaciones que la gente usa para desarrollar y mantener software y los productos de trabajo asociados (planes de proyecto, diseño de documentos, código, pruebas y manuales de usuario)”⁷.
- “Proceso o conjunto de procesos usados por una organización o proyecto, para planificar, gestionar, ejecutar, monitorizar, controlar y mejorar sus actividades software relacionadas”⁸.
- “Conjunto parcialmente ordenado de actividades llevadas a cabo para gestionar, desarrollar y mantener sistemas software”⁹
- “El proceso software define cómo se organiza, gestiona, mide, soporta y mejora el desarrollo, independientemente de las técnicas y métodos usados” (Derniame et al., 1999).¹⁰

Para cada proceso se definen cuatro etapas que se deben gestionar de manera efectivas y cuya relación se muestra en la figura 6. Estas etapas son:

- *Definición del proceso*: En esta etapa se debe realizar el modelado de los procesos, es decir la representación de los elementos de interés que intervienen.
- *Ejecución y Control del proceso*: Los procesos modelados se llevan a cabo y por lo tanto es importante controlar en todo momento la ejecución de estos para garantizar que se obtienen los resultados esperados.

⁷ SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE. The capability maturity model: Guidelines for improving the software process. Reading: Addison-Wesley, 1995. Citado por: PIATTINI M. et al. Calidad de sistemas informáticos. México: Alfaomega Grupo Editor, 2007. Pag. 98.

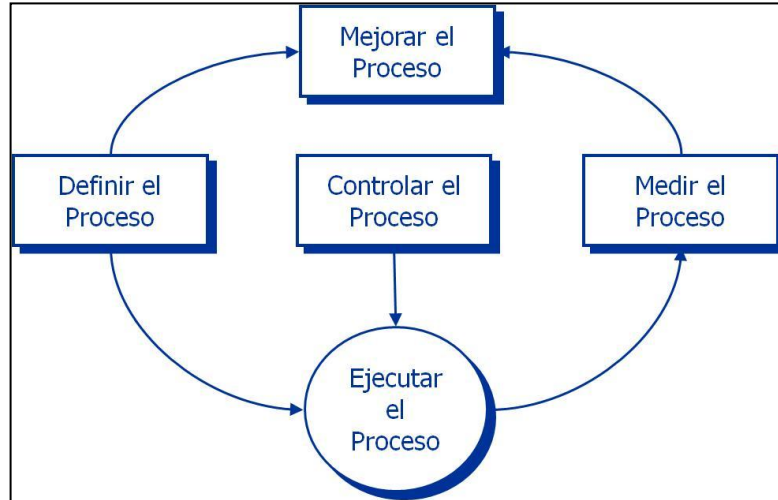
⁸ INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Information technology-Software process assessment-Part 3: Performing an assessment. Technical report ISO/IEC TR 15504-3. Suiza: ISO, 1998. Citado por: PIATTINI M. et al. Calidad de sistemas informáticos. México: Alfaomega Grupo Editor, 2007. Pag. 98.

⁹ ACUÑA S. et al. The software process: Modelling, evaluation and improvement. En: CHANG S (Ed). Handbook of software engineering and knowledge engineering(Vol1 Fundamentals., p123-237). Citado por: PIATTINI M. et al. Calidad de sistemas informáticos. México: Alfaomega Grupo Editor, 2007. Pag. 98.

¹⁰ DERMAME J., et al. Software process: Principles, methodology and technology, LCCS N° 1500. Berlin: Spring-Verlag, 1999. Citado por: PIATTINI M. et al. Calidad de sistemas informáticos. México: Alfaomega Grupo Editor, 2007. Pag. 98.

- *Medición y Mejora:* Se evalúa el proceso para detectar los aspectos que se pueden mejorar. Con los resultados de la medición es posible disponer de una información objetiva que permita planificar, identificar y llevar a cabo de manera eficiente las acciones de mejora necesarias.

Figura 6. Etapas clave de la gestión de los procesos software.



Fuente: PIATTINI M. et al. Calidad de sistemas informáticos. 2007. Pag. 101.

Ahora bien, los procesos están constituidos por cinco elementos que vale la pena definir, ya que son claves a la hora de modelar un conjunto de procesos:

- *Actividad:* Operación atómica o compuesta o un paso de un proceso.
- *Producto:* Conjunto de artefactos a ser desarrollados, entregados y mantenidos en un proyecto.
- *Recurso:* Es un activo que una actividad necesita para llevarse a cabo. Pueden ser de dos tipos:
 - *Desarrolladores*
 - *Herramientas de desarrollo y herramientas de propósito general*
- *Roles:* Conjunto de responsabilidades, obligaciones y tareas.

- *Directivas:* Políticas, reglas y procedimientos que gobiernan las actividades.¹¹

En cuanto a qué procesos se deben modelar, las normas ISO 12207 e ISO 15504 definen un conjunto de procesos del ciclo de vida del desarrollo de software para ser ejecutados y aunque no concuerdan exactamente, no son excluyentes y pueden tomarse como base para el modelado de los procesos de un desarrollo de software.

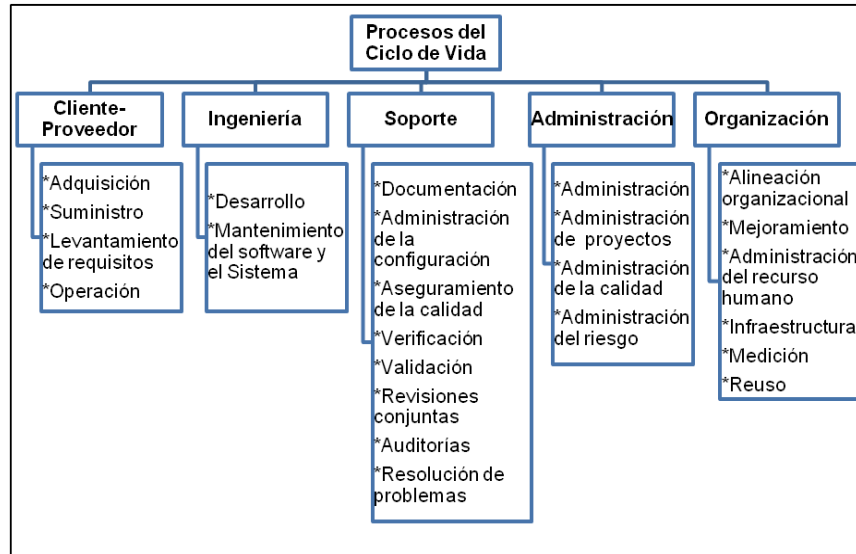
Figura 7. Procesos del ciclo de vida software según ISO 12207.



Fuente: ISO/IEC 12207 Information Technology: Software Life Cycle Processes citado por Piattini et al, en Calidad de sistemas informáticos. Pag. 85-89.

¹¹ PIATTINI M. et al. Calidad de sistemas informáticos. México: Alfaomega Grupo Editor, 2007. Pag. 103.

Figura 8. Procesos del ciclo de vida software según ISO 15504



Fuente: Autor

La norma ISO 15504, aparte de su dimensión de procesos, también posee una dimensión de capacidad, en la cual establece niveles de clasificación de la capacidad de los procesos. Estos niveles se muestran en la figura 9.

Figura 9. Niveles de capacidad de los procesos definidos por la norma ISO 15504.

Nivel 5	<ul style="list-style-type: none"> • Optimizado: La realización del proceso es optimizado para alcanzar actuales y futuras necesidades del negocio, y el proceso alcanza repetitividad en cumplimiento de sus objetivos de negocio definidos.
Nivel 4	<ul style="list-style-type: none"> • Predecible: El proceso definido es realizado consistentemente en la práctica entre límites de control definidos, para alcanzar sus objetivos establecidos. Mediciones detalladas de desempeño son recolectadas y analizadas.
Nivel 3	<ul style="list-style-type: none"> • Establecido: El proceso es realizado y administrado usando un proceso definido basado en buenos principios de ingeniería del software.
Nivel 2	<ul style="list-style-type: none"> • Administrado: El proceso entrega productos de trabajo de acuerdo a procedimientos especificados, además es planeado y seguido.
Nivel 1	<ul style="list-style-type: none"> • Realizado: El propósito es generalmente alcanzado pero sin ser rigurosamente planeado y seguido.
Nivel 0	<ul style="list-style-type: none"> • Incompleto: Generalmente existen fallas para alcanzar el propósito del proceso. Hay pocos o no fácilmente identificables productos de trabajo.

Fuente: Autor.

2.4. ESTRUCTURA DE LAS NORMAS ISO 14598 E ISO 9126 PARA LA EVALUACIÓN DE CALIDAD DE PRODUCTOS SOFTWARE

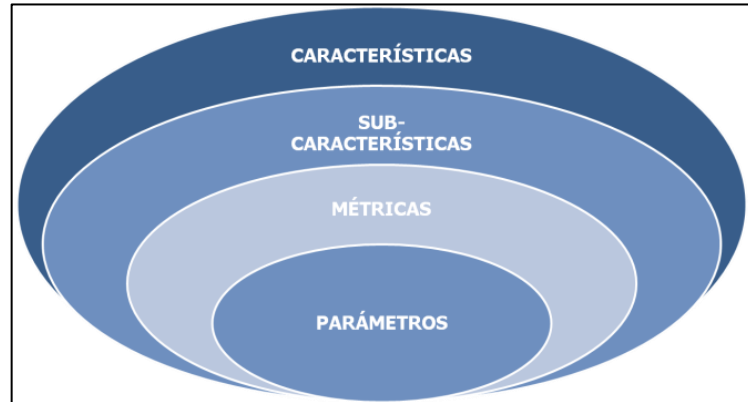
Existen estándares como el ISO 14598 y el ISO 9126, los cuales en la actualidad hacen parte del estándar ISO 25000, que definen la forma como se debe evaluar la calidad de los productos software y el modelo de calidad que se debe seguir.

En cuanto a la forma de realizar la evaluación de los productos software, estos estándares establecen que primero se deben establecer los requisitos de la evaluación. Para ello se define el propósito de la evaluación que, aunque tiene siempre como fin último asegurar el cumplimiento del producto con las necesidades implícitas y explícitas del usuario, se puede utilizar entre otras cosas para decidir si se acepta o no el producto, definir cuándo lanzarlo al mercado, compararlo con otros de funcionalidad similar o decidir cuándo mejorar o reemplazar el producto. Una vez se define el propósito de la evaluación, se seleccionan los productos a evaluar. Estos productos pueden ser resultado intermedios (modelos de datos, prototipos, módulos, manuales, etc.) o productos finales del proyecto de desarrollo (instaladores, código fuente, ejecutables, etc.).

El procedimiento siguiente es definir el modelo de calidad a usar. Un modelo de calidad “es un conjunto de características y las relaciones entre ellas, los cuales proporcionan la base para especificar los requerimientos de calidad y evaluar la calidad”¹². Los modelos de calidad de productos software como el que plantea la norma ISO 9126, se estructuran como se muestran en la figura 10. Los aspectos a evaluar de la calidad de un software se agrupan en Características, dentro de las cuales se pueden crear subgrupos llamados Sub-características, las cuales a su vez están conformadas por métricas que son métodos y escalas para realizar las mediciones y que son el resultado de relaciones matemáticas entre parámetros o atributos puntuales de las mediciones.

¹² INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Software product evaluation- Part 1: General overview. Technical report ISO/IEC 14598-1, 1999, Pag. 4.

Figura 10. Elementos de un modelo de calidad de evaluación de software

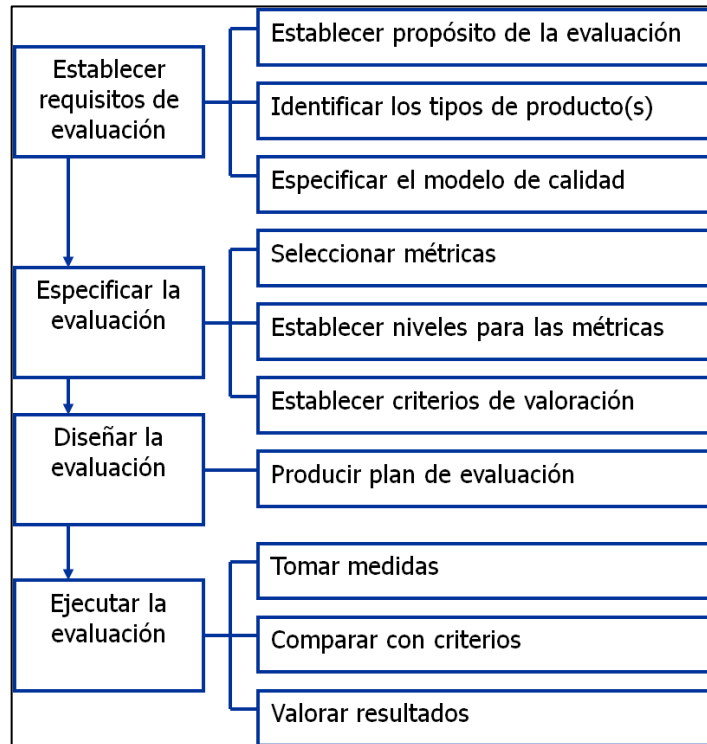


Fuente: Autor

Definidos los requisitos de evaluación, se procede a especificar la evaluación. En primera instancia se seleccionan las métricas a medir modelo de calidad especificado. Es importante elegir mediciones sencillas de obtener y fáciles de utilizar. Como segundo paso de la especificación de la evaluación, se establecen niveles para las métricas, definiendo rangos en cuales se puede declarar diferentes niveles de satisfacción de cumplimiento de la métrica. El último paso en la especificación de la evaluación lo constituye el establecimiento de los criterios de valoración, lo cual implica definir qué características tendrán más o menos peso al generar un resultado final. Especificada la evaluación, se diseña la evaluación generando el plan de evaluación, que es un cronograma de actividades con los respectivos responsables.

La última etapa la constituye la ejecución de la evaluación. Primero se toman las medidas de las métricas seleccionadas en la especificación de la evaluación. Estas medidas se comparan con los criterios definidos anteriormente y por último se valoran los resultados. El modelo de evaluación descrito anteriormente se puede resumir en la figura 11.

Figura 11. Modelo de evaluación de la calidad de productos software



Fuente: ISO. Software product evaluation- Part 1: General overview. Technical report ISO/IEC 14598-1, 1999, Pag. 9.

3. DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SOFTWARE DERIVADO DE ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN

Una vez revisadas las normas más importantes relacionadas con la calidad de software, en este capítulo se muestra el diseño del sistema de información que facilitará la evaluación de la calidad de los desarrollos de software implementados en los grupos dedicados a la investigación.

3.1. LÍMITES DEL SISTEMA

El diseño del sistema se inicia con la definición de sus límites. Para el caso de estudio, el sistema general se denomina *Estructura investigativa* dentro del cual se enmarcan diferentes componentes que identifican la forma cómo se relacionan las diferentes entidades que tiene que ver en el desarrollo de un proyecto de investigación. Dentro de estas entidades se encuentran:

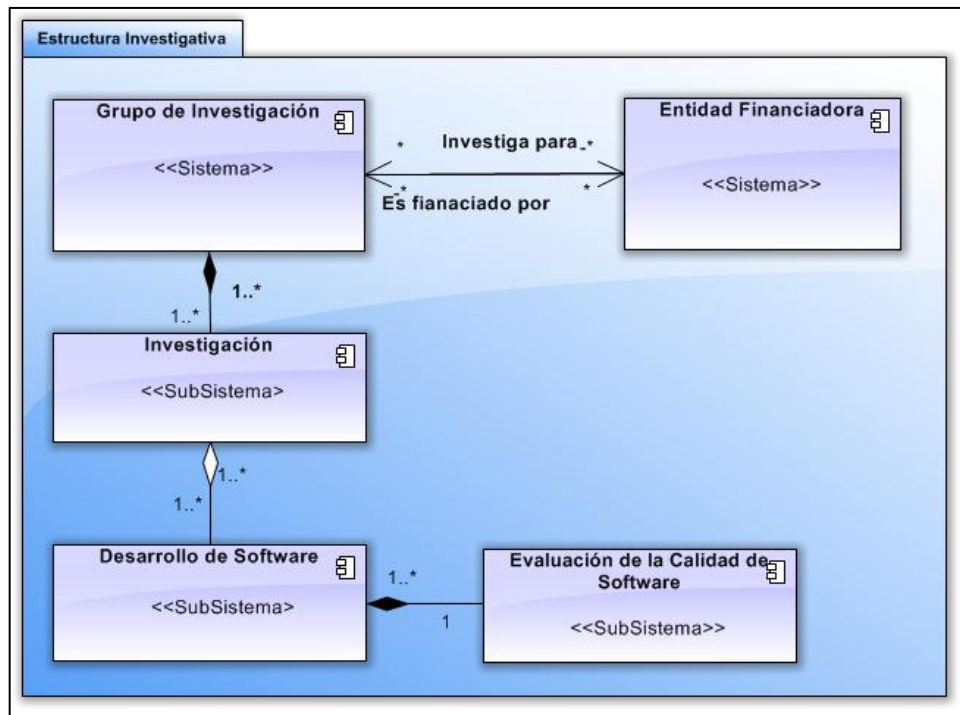
- *Grupo de Investigación*: Es aquella organización encargada de llevar cabo proyectos de investigación, produciendo resultados de conocimiento tangibles y verificables, a partir de la utilización de recursos de personal, infraestructura, tiempo y dinero asignados. Algunas veces los proyectos son planteados desde el interior del grupo para solucionar problemáticas identificadas a partir de la experiencia de sus integrantes o de la literatura y otras veces surgen de necesidades planteadas por entidades externas.
- *Entidad financiadora*: Entidad externa a los grupos de investigación que aporta algunos recursos para desarrollar las investigaciones y que se ve beneficiada con los resultados de estas.
- *Investigación*: Es el conjunto de actividades realizadas con el fin de obtener nuevo conocimiento que en algunas ocasiones es aplicado para la solución de una problemática planteada. Son unidades estructurales que componen el trabajo en los grupos de investigación y cuentan con roles y recursos

propios, se desarrollan actividades y se obtienen productos. Una investigación puede llevarse a cabo por uno o más grupos de investigación.

- *Desarrollo de software:* Es una de las actividades que puede ser incluida dentro del desarrollo de una investigación y de cuya ejecución se obtienen productos que servirán de apoyo para obtener otros resultados dentro de una investigación.
- *Evaluación de la calidad de software:* Es un conjunto de actividades tendientes a evaluar si un desarrollo informático cumple con las necesidades expresadas en la investigación que necesitan de un soporte informático para ser satisfechas.

Sobre este último componente se centrará la estructura del sistema.

Figura 12. Límites del sistema

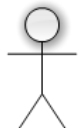
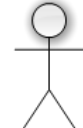
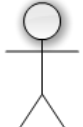


Fuente: Autor.

3.2. ROLES DEL SISTEMA

Una vez definidos los límites del sistema, corresponde definir los roles que se desempeñarán en el sistema, las funciones que cumple cada uno y por quienes es desempeñado. Estos se resumen en la tabla 1.

Tabla 1. Roles del sistema

Rol	Funciones	Desempeñado por
 Jefe de Investigación	<ul style="list-style-type: none"> Definir los requisitos del software que servirá como soporte a la investigación. Aprobar los resultados intermedios y finales del software. 	<ul style="list-style-type: none"> Director de grupo Jefe de línea
 Gestor de Calidad	<ul style="list-style-type: none"> Gestionar la información necesaria y relevante para la evaluación de la calidad de la herramienta desarrollada. Evaluar la calidad de las herramientas desarrolladas. 	<ul style="list-style-type: none"> Auxiliar de investigación Jefe de línea
 Programador	<ul style="list-style-type: none"> Implementar el código necesario para cumplir con los requisitos planteados por el jefe de la investigación. Desarrollar productos de software intermedios. 	<ul style="list-style-type: none"> Auxiliar de investigación. Personal externo

Fuente: Autor

Hay que aclarar que en los grupos de investigación no siempre se cuenta con el personal necesario para desempeñar por separado cada uno de los roles, sino que en la mayoría de las veces tanto el gestor de calidad como el programador es la misma persona. En pocas ocasiones se da que una sola persona debe encargarse de los tres roles.

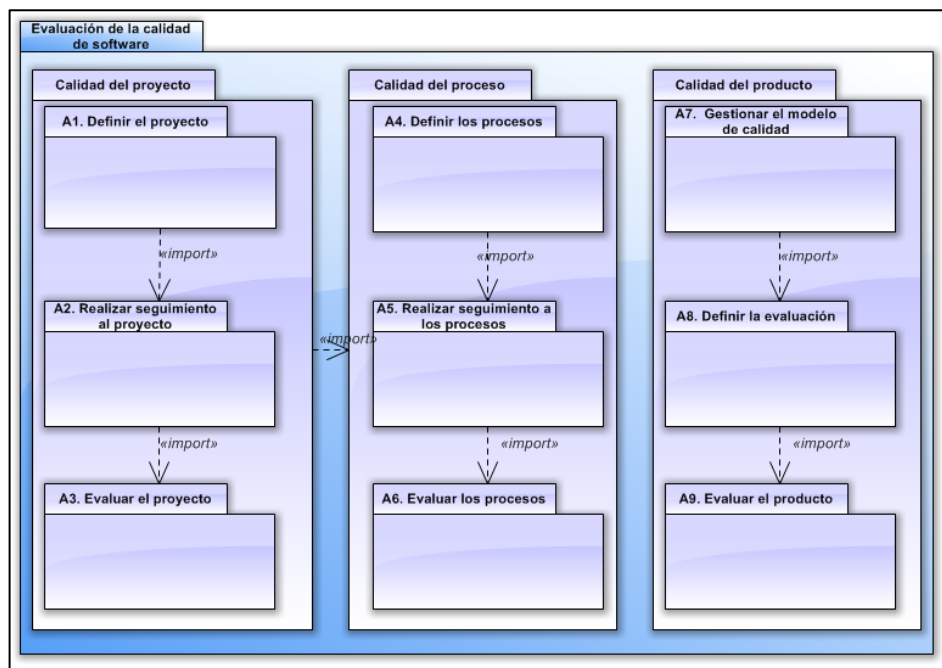
3.3. ESTRUCTURA GENERAL DEL SISTEMA

La estructura general del sistema está dividida en tres bloques principales:

- *Calidad del proyecto*: Abarca aquellas actividades tendientes a la gestión y evaluación del manejo de los recursos con los que cuenta el proyecto de desarrollo.
- *Calidad del Proceso*: Incluye las actividades que se realizan para gestionar y evaluar los procesos llevados a cabo durante el desarrollo de la herramienta.
- *Calidad del Producto*: Define las actividades necesarias para valorar la calidad de los productos intermedios y finales de desarrollo.

A su vez cada uno de estos bloques está definido en términos de un conjunto de actividades que se explicarán más adelante. La estructura principal se puede observar en la figura 13.

Figura 13. Estructura general del sistema



Fuente: Autor

3.4. ACTIVIDADES DEL SISTEMA

Para facilitar la comprensión del conjunto de actividades que componen el sistema, se dividirá en los tres grandes bloques que conforman el sistema.

3.4.1. Actividades de la gestión y evaluación de la calidad del Proyecto

Las actividades generales de la gestión y evaluación de la calidad del proyecto se dividen en tres grupos como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Actividades generales de la gestión y evaluación de calidad del proyecto.

Actividad	Descripción
A1. Definir el proyecto	Es el conjunto de actividades permiten establecer la mayor cantidad de información acerca del proyecto al inicio de su ejecución.
A2. Realizar seguimiento al proyecto	Acciones que permiten llevar un registro de los sucesos ocurridos dentro del proyecto.
A3. Evaluar el proyecto	Actividades necesarias para valorar la calidad del proyecto

Fuente: Autor

La actividad *Definir el proyecto* es a su vez se divide en subactividades, las cuales son realizadas por el *Jefe de investigación* y por el *Gestor de calidad* como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Subactividades de la actividad *Definir el proyecto*

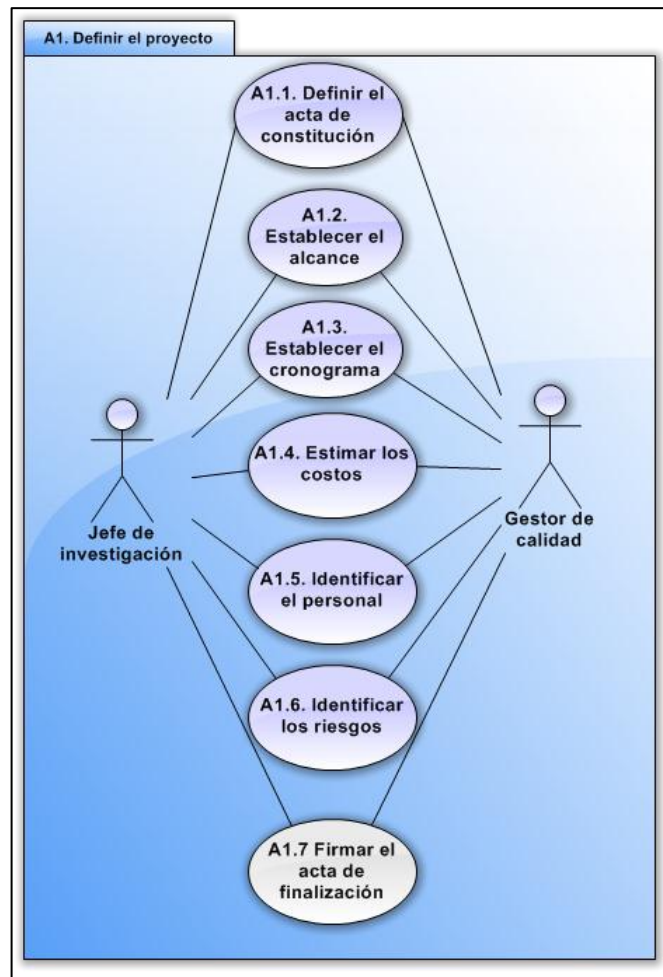
A1. Definir el proyecto	
Subactividad	Descripción
A1.1. Definir el acta de constitución	Definir el nombre, el propósito, la justificación, los objetivos generales y específicos, las responsabilidades de los participantes y los riesgos de alto nivel del proyecto. Esta acta debe estar firmada por el director y por quienes evaluarán el proyecto cuando finalice.
A1.2. Establecer el alcance	Realizar una descripción, los criterios de selección y aceptación, las exclusiones y restricciones, los entregables y un listado, lo más detallado posible y sin ambigüedades, de los requisitos del software.
A1.3. Establecer el cronograma	Especificar las fechas de inicio y finalización del proyecto y de cada una de las actividades y sub-actividades que se van a realizar, junto con el responsable de llevarlas a cabo.
A1.4. Estimar los costos	Proyectar los costos en los que va a incurrir la realización del proyecto. Se deben especificar por separado costos de personal y otros costos. Es importante hacer esta estimación de costos de la manera más general pero completa posible para evitar inconvenientes durante la ejecución del proyecto.

A1.5. Identificar el personal	Establecer información acerca del personal que va a intervenir en el proyecto, asignando roles, cargos y responsabilidades, además de una firma en versión digital para avalar las decisiones tomadas.
A1.6. Identificar los riesgos	Identificar los posibles riesgos que pueden surgir en el proyecto. Es suficiente con tener un listado de éstos, un plan de contingencia y una valoración cualitativa del impacto que tendría si llegara a presentarse.
A1.7. Firmar el acta de finalización	Dar por terminado el proyecto mediante un documento en el cual se incluya: la fecha de finalización, la aceptación de los entregables por parte de los participantes y los resultados de la evaluación que se realizó

Fuente: Autor.

En la figura 14 se muestra un gráfico resumen de las subactividades y los roles que intervienen en la Definición del proyecto.

Figura 14. Subactividades de la definición del proyecto.



Fuente: Autor

Por su parte, la actividad *Realizar seguimiento al proyecto* es realizada básicamente por el gestor de calidad y se compone de las subactividades listadas en la tabla 4.

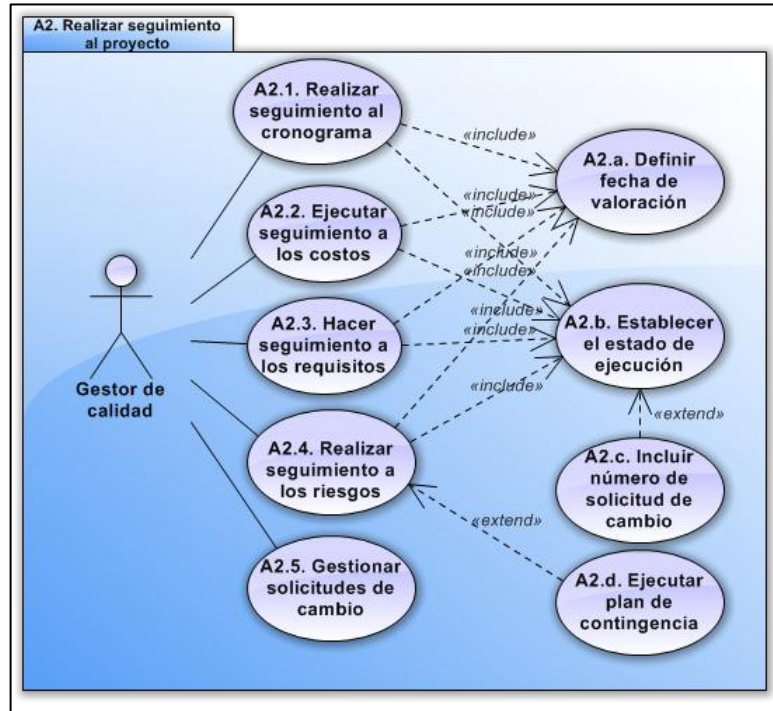
Tabla 4. Subactividades de la actividad *Realizar seguimiento al proyecto*.

A2. Realizar seguimiento al proyecto	
Subactividad	Descripción
A2.1. Realizar seguimiento al cronograma	Establecer el estado de ejecución en el que se encuentra una actividad para una fecha determinada. Cuando la actividad ya se ha iniciado, se realiza un cálculo de la diferencia en días respecto del tiempo destinado para ejecutarla según el cronograma inicial.
A2.2. Ejecutar seguimiento a los costos	Estipular el valor causado en ese momento para un determinado rubro del proyecto. Se calcula el subtotal y la diferencia existente respecto del valor presupuestado inicialmente. El seguimiento a los costos de personal se separa del seguimiento a los demás costos debido a que los primeros se calculan respecto de las horas invertidas realmente.
A2.3. Hacer seguimiento a los requisitos	Establecer para una fecha determinada el estado en el que se encuentra el cumplimiento de los requisitos establecidos en el acta de inicio del proyecto.
A2.4. Realizar seguimiento a los riesgos	Definir para una fecha establecida, la presencia o no de los riesgos identificados. Si se presenta el riesgo, se describe el plan de contingencia que se debe seguir para mitigar su impacto.
A2.5. Gestionar solicitudes de cambio	Registrar la fecha de solicitud, el nivel de prioridad dada por el usuario y la información detallada del cambio a realizar. Además se debe registrar la labor de seguimiento a una solicitud de cambio, en el cual se especifica la fecha de valoración, el encargado de realizar el cambio, el nivel de prioridad según la persona que lo debe realizar, las pruebas realizadas, la fecha de entrega de la solución, el medio de entrega y la firma de aceptación de quien la recibe.
A2.a. Definir fecha de valoración	Definir el día en el cual se realiza una determinada valoración de seguimiento a los elementos del proyecto (cronograma, costos, requisitos y riesgos).
A2.b. Establecer el estado de ejecución	Identificar cualitativamente el estado de ejecución de los elementos del proyecto. Estos valores pueden ser: Sin iniciar, Iniciada, Terminada, Modificada y Cancelada. En el caso de los riesgos se pueden valorar como Presentado o No presentado.
A2.c. Incluir el número de solicitud de cambio	Incluir el número de identificación de la solicitud de cambio, previamente aprobada, cuando se establece como Modificado el estado de un requisito.
A2.d. Ejecutar plan de contingencia	Llevar a cabo las acciones necesarias para contrarrestar los efectos que sobre el proyecto tiene la presencia de un riesgo.

Fuente: Autor.

En la figura 15 se muestra una imagen resumen de las subactividades y roles involucrados en la actividad *Realizar seguimiento al proyecto*.

Figura 15. Subactividades del seguimiento al proyecto.



Fuente: Autor.

Por último, se presentan las subactividades de la actividad *Evaluar el proyecto*, las cuales son realizadas tanto por el *Jefe de la investigación* como por el *Gestor de calidad*.

Tabla 5. Subactividades de la actividad *Evaluar el proyecto*

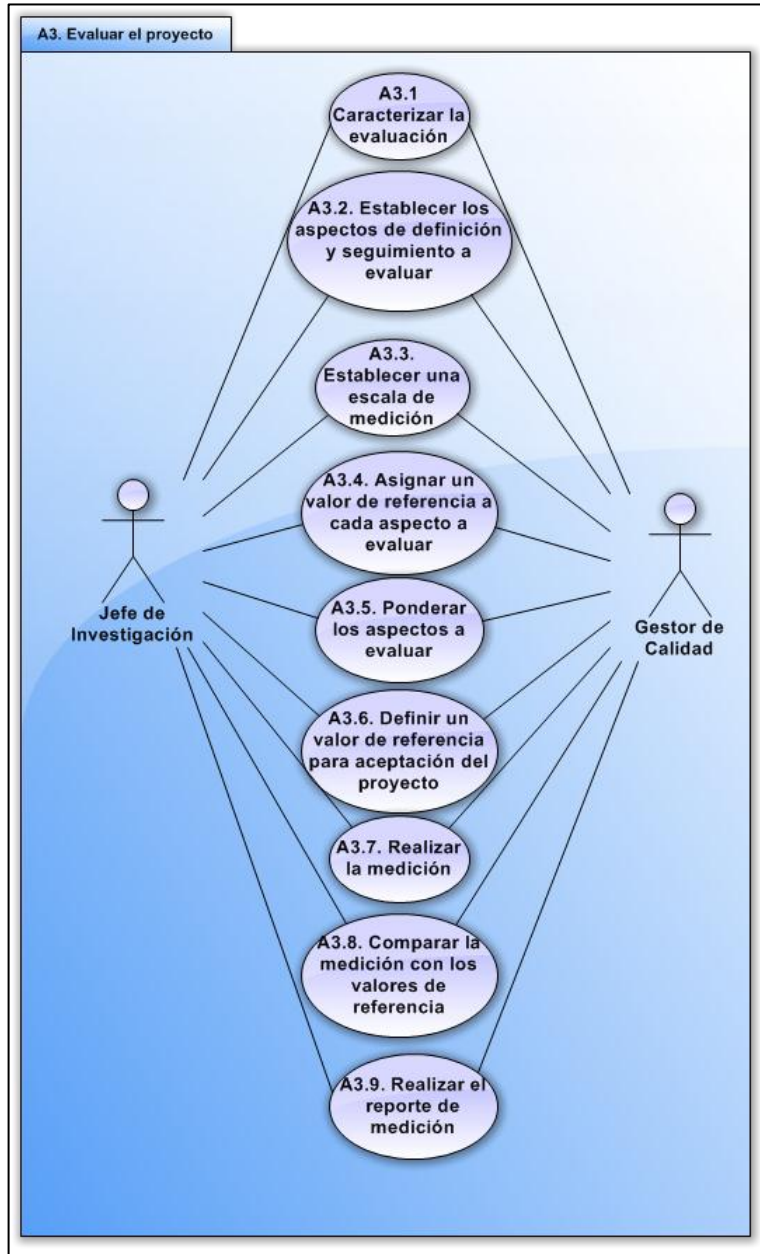
A3. Evaluar el proyecto	
Actividad	Descripción
A3.1. Caracterizar la evaluación	Especificar el propósito, el alcance y los responsables de la evaluación del proyecto.
A3.2. Establecer los aspectos de definición y seguimiento a evaluar	Seleccionar los aspectos de la definición y seguimiento del proyecto que se desean evaluar, por ejemplo cumplimiento de objetivos, entregables, requisitos y correcta ejecución de los recursos de dinero y tiempo.
A3.3. Establecer una escala de medición	Establecer una escala numérica de medición de los aspectos seleccionados en la Subactividad A3.2; pueden ser valores entre 0 y 1, entre 0 y 100 o cualquier otra escala numérica de medición
A3.4. Asignar un valor de referencia a cada aspecto a evaluar	Asignar un valor de referencia mínimo para cada uno de los aspectos seleccionados, de tal manera que si no se supera este valor en la medición, se considera no aceptado el aspecto de evaluación

A3.5. Ponderar los aspectos a evaluar	Definir un porcentaje de ponderación de cada uno de los aspectos a valorar, previendo que el evaluador quiera darle mayor peso a un aspecto que a otro en la evaluación.
A3.6. Definir un valor de referencia para aceptación del proyecto	Definir un valor mínimo de aprobación del proyecto total, una vez ponderados y evaluados todos los aspectos de evaluación.
A3.7. Realizar la medición	Calificar los aspectos de la evaluación y luego ponderarlos para obtener el valor de calificación del proyecto como totalidad
A3.8. Comparar la medición con los valores de referencia	Comparar tanto los valores de los aspectos evaluados individualmente como el valor obtenido del proyecto con respecto a los valores de referencia establecidos en la subactividad A3.4.
A3.9. Realizar el reporte de medición	Realizar un reporte de la evaluación realizada, donde se incluya la fecha y los resultados obtenidos en las evaluaciones.

Fuente: Autor

En la figura 16 se resumen las subactividades y los roles que intervienen en la actividad *Evaluar el proyecto*.

Figura 16. Subactividades del seguimiento al proyecto.



Fuente: Autor.

3.4.2. Actividades de la evaluación de calidad del Proceso

Las actividades principales de gestión y evaluación de la calidad de los procesos software se dividen en tres grupos como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Actividades generales de la gestión y evaluación de calidad de procesos software.

Actividad	Descripción
A4. Definir los procesos	Actividades para establecer el modelo de procesos que se van a seguir durante el desarrollo del proyecto.
A5. Realizar seguimiento a los procesos	Acciones que permiten llevar un registro de los sucesos ocurridos dentro en cada proceso definido.
A6. Evaluar los procesos	Actividades necesarias para valorar la calidad de los procesos planteados.

Fuente: Autor

Las subactividades de la actividad *Definir los procesos* son llevadas a cabo por el *Gestor de calidad* y el *Programador* y son listadas en la tabla 7.

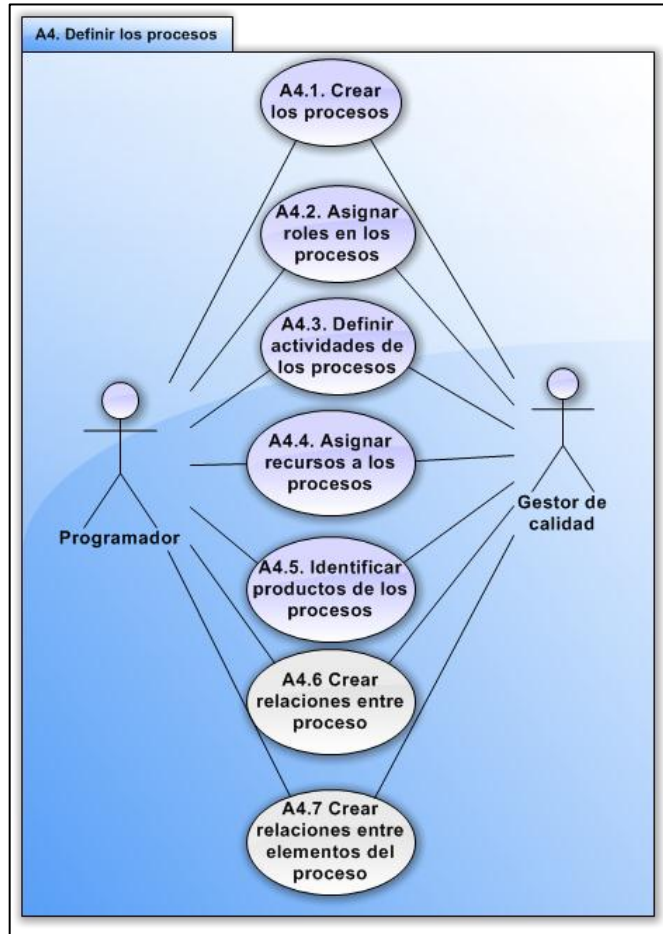
Tabla 7. Subactividades de la actividad *Definir los procesos*.

A4. Definir los procesos	
Subactividad	Descripción
A4.1. Crear los procesos	Establecer los procesos que están involucrados en el desarrollo de la herramienta. Se debe especificar un nombre que lo diferencie de los demás.
A4.2. Asignar roles en los procesos	Definir las personas que estarán involucradas en la ejecución de cada proceso y las tareas que debe cumplir.
A4.3. Definir actividades de los procesos	Establecer el conjunto de actividades que se van a ejecutar en cada proceso.
A4.4. Asignar recursos a los procesos	Identificar los recursos necesarios para que se ejecuten de manera adecuada las actividades del proceso.
A4.5. Identificar productos de los procesos	Establecer los resultados que se desean obtener al finalizar cada proceso. Estos productos pueden convertirse en recursos de otros procesos.
A4.6. Crear relaciones entre procesos	Identificar la secuencia en la cual se van a desarrollar los procesos.
A4.7. Crear relaciones entre elementos del proceso	Establecer para cada actividad los roles de quienes la van a desarrollar, los recursos de entrada con los que cuenta y los productos que se esperan obtener al finalizar cada una de ellas.

Fuente: Autor

En la figura 17 se resumen tanto las subactividades como los roles que pertenecen a la actividad *Definir los procesos*.

Figura 17. Subactividades de la definición de procesos.



Fuente: Autor

El siguiente grupo de subactividades corresponden a la actividad principal *Realizar seguimiento a los procesos*, las cuales son llevadas a cabo por el programador y el gestor de calidad. Estas se listan en la tabla 8.

Tabla 8. Subactividades de la actividad *Realizar seguimiento a los procesos*.

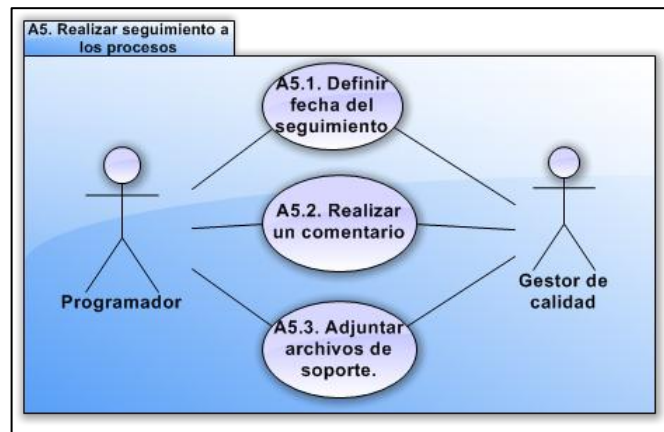
A5. Realizar seguimiento a los procesos	
Subactividad	Descripción
A5.1. Definir fecha del seguimiento	Definir el día en el cual se realiza una determinada valoración de seguimiento a un determinado proceso.
A5.2. Realizar un comentario	Realizar comentarios acerca de la ejecución del proceso, de tal manera que se pueda establecer su estado de ejecución, la asignación de nuevos recursos, el cumplimiento de actividades, entre otros aspectos.
A5.3. Adjuntar	Anexar documentos que soporten los comentarios realizados tales como

archivos de soporte	manuales, prototipos, actas, etc.
---------------------	-----------------------------------

Fuente: Autor

En la siguiente figura se sintetizan las subactividades y roles de la actividad *Realizar seguimiento a los procesos*.

Figura 18. Subactividades del seguimiento a los procesos



Fuente: Autor

La actividad *Evaluar los procesos* se divide en subactividades que se muestran en la tabla 9 y son llevadas a cabo por el *Gestor de calidad* y el *Programador*.

Tabla 9. Subactividades de la actividad *Evaluar los procesos*.

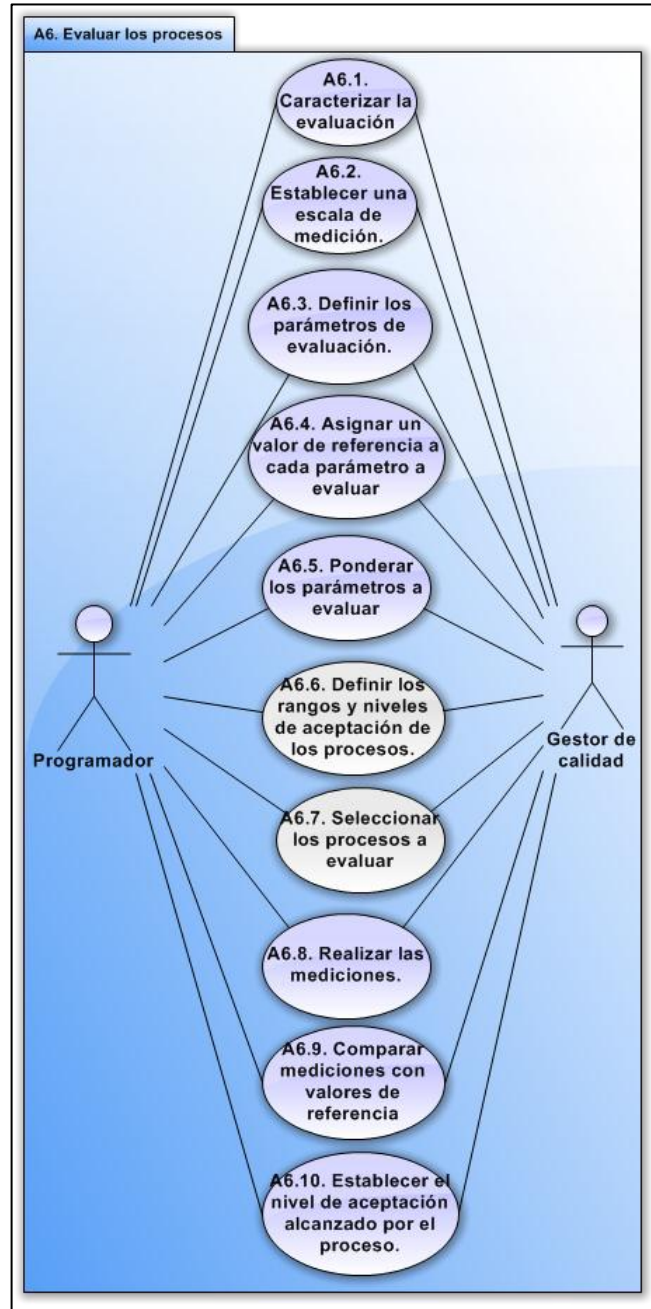
A6. Evaluar los procesos	
Subactividad	Descripción
A6.1. Caracterizar la evaluación	Definir el propósito, el alcance y los responsables de la evaluación de los procesos.
A6.2. Establecer una escala de medición	Establecer una escala numérica de medición de los parámetros seleccionados en la Subactividad A6.2; pueden ser valores entre 0 y 1, entre 0 y 100 o cualquier otra escala numérica de medición
A6.3. Definir los parámetros de evaluación	Establecer cuáles características de la definición y seguimientos de los procesos se desean evaluar; como ejemplo pueden utilizarse el cumplimiento de todas las actividades, la asignación correcta de los recursos, el cumplimiento del cronograma de actividades, etc.
A6.4. Asignar un valor de referencia a cada parámetro a evaluar	Asignar un valor de referencia mínimo para cada uno de los parámetros seleccionados, de tal manera que si no se supera este valor en la medición, se considera no aceptado el parámetro de evaluación.
A6.5. Ponderar	Definir un porcentaje de ponderación de cada uno de los parámetros a

los parámetros a evaluar	valorar, previendo que el evaluador quiera darle mayor peso a un parámetro que a otro en la evaluación.
A6.6. Definir los rangos y niveles de aceptación de los procesos	Establecer rangos dentro de la escala de medición que servirán para medir el grado con el cual un proceso alcanza sus objetivos.
A6.7. Seleccionar los procesos a evaluar	Definir sobre cuáles procesos se realizará la evaluación. Pueden ser todos o los más importantes dependiendo de que se desee evaluar.
A6.8. Realizar las mediciones	Calificar los parámetros de la evaluación y luego ponderarlos para obtener el valor que identifica a un proceso sobre un determinado parámetro.
A6.9. Comparar mediciones con valores de referencia	Comparar los valores de los parámetros evaluados individualmente con respecto a los valores de referencia establecidos en la subactividad A6.4.
A6.10. Establecer el nivel de aceptación alcanzado por el proceso	Comparar el valor obtenido como calificación de un proceso respecto de los rangos establecidos en la subactividad A6.4 para de esta manera determinar el nivel de aceptación alcanzado.

Fuente: Autor.

En la figura 19 se muestran las subactividades y los roles de la actividad *Evaluar los procesos*.

Figura 19. Subactividades de la evaluación de los procesos.



Fuente: Autor

3.4.3. Actividades de la evaluación de calidad del Producto

Las actividades generales de evaluación de la calidad de los productos software se dividen en tres grupos como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. Actividades generales de la evaluación de calidad de productos software.

Actividad	Descripción
A7. Gestionar el modelo de calidad	Conjunto de actividades que permiten la creación y edición de los elementos constituyentes del modelo de calidad que sirve como marco para evaluar los productos software.
A8. Definir la evaluación	Acciones llevadas a cabo para caracterizar la evaluación de los productos software, definiendo sus principales elementos.
A9. Evaluar el producto	Actividades para recolectar y valorar información cuantitativa de cada parámetro de evaluación de calidad de los productos software producidos.

Fuente: Autor

La actividad *Gestionar el modelo de calidad* es realizada por el *Gestor de calidad* y se divide en las subactividades que se muestran en la tabla 11

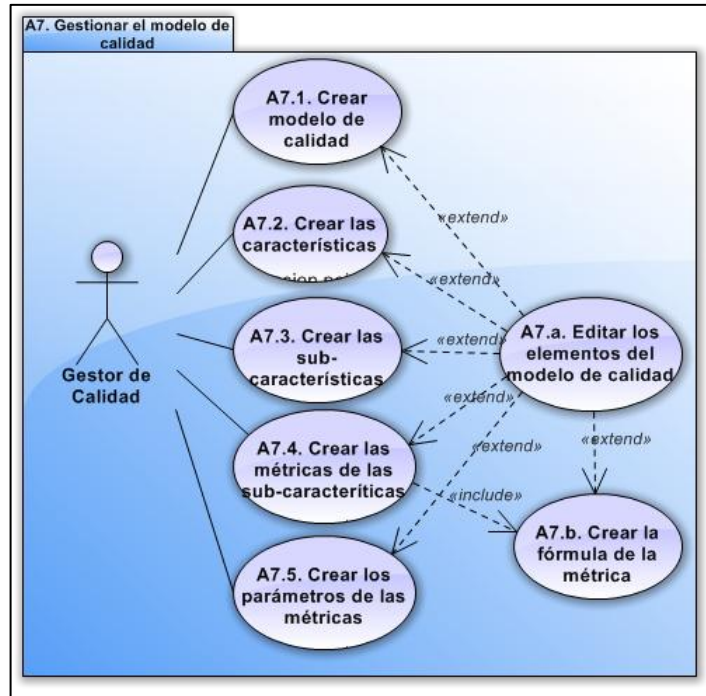
Tabla 11. Subactividades de la actividad *Gestionar el modelo de calidad*.

A7. Gestionar el modelo de calidad	
Subactividad	Descripción
A7.1. Crear el modelo de calidad	Definir el nombre, una descripción y las características de calidad que componen el modelo de calidad a evaluar.
A7.2. Crear las características	Establecer el nombre, el tipo de característica al que pertenece, es decir, una clasificación dependiendo del contexto interno, externo o en uso donde se vaya a aplicar, una descripción y las sub-características de calidad que están relacionadas con ésta.
A7.3. Crear las subcaracterísticas	Definir un nombre, una descripción y relacionar las métricas que hacen parte la subcaracterísticas.
A7.4. Crear las métricas de las subcaracterísticas	Caracterizar las métricas, definiendo un nombre, un nombre corto, su propósito de aplicación, el método de aplicación, el tipo de escala que utiliza, los valores mínimo y máximo, el origen de los datos, es decir, el proceso del ciclo de vida donde se generan los datos y el valor óptimo de la métrica
A7.5. Crear los parámetros de las métricas	Establecer una descripción, un nombre corto y el tipo de medida que constituye cada uno de los parámetros que constituyen las métricas.
A7.a. Editar los elementos del modelo de calidad	Modificar o eliminar los elementos que constituyen un modelo de calidad de productos software.
A7.b. Crear la fórmula de la métrica	Definir la fórmula de aplicación de la métrica. Se seleccionan los parámetros de calidad que van a ser utilizados y, haciendo uso de signos matemáticos, se crea la fórmula que relacionando estos parámetros arrojaría el resultado de la métrica de calidad. Se debe valorar si sintácticamente la fórmula de la métrica está correcta o no.

Fuente: Autor

En la figura 20 se muestra la subactividades y los roles que intervienen en la actividad *Gestionar el modelo de calidad*.

Figura 20. Subactividades de la gestión del modelo de calidad



Fuente: Autor

En la actividad *Definir la evaluación* intervienen el *Jefe de investigación*, el *Gestor de calidad* y el *Programador*. Está compuesta por las subactividades que se muestran en la tabla 12.

Tabla 12. Subactividades de la actividad *Definir la evaluación*.

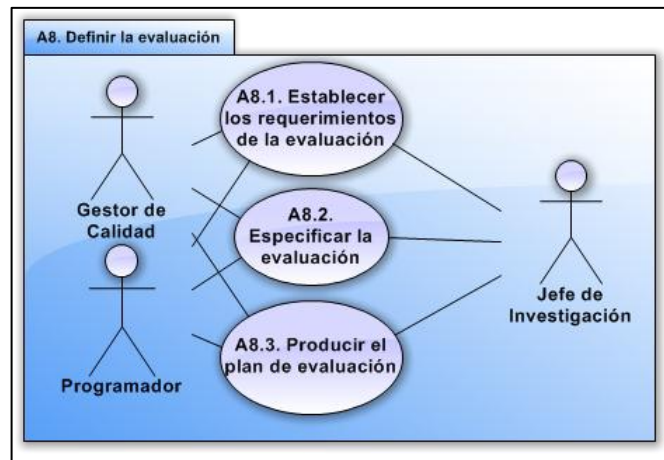
A8. Definir la evaluación	
Subactividad	Descripción
A8.1. Establecer los requerimientos de la evaluación	Establecer los productos a ser evaluados, los cuales pueden ser intermedios o finales. Además se debe establecer el propósito, la audiencia, la intensidad, el nombre del software, los objetivos de la evaluación y los responsables de ésta, la fecha de su realización y el modelo de calidad a utilizar.
A8.2. Especificar la evaluación	Seleccionar las características, sub-características y métricas que se van a evaluar para cada uno de los productos seleccionados. Para cada una de las métricas seleccionadas en cada producto se debe definir el valor mínimo para decidir si se acepta o no el producto evaluado.
A8.3. Producir el	Realizar un documento con la información establecida en las subactividades

plan de evaluación	A8.1 y A8.2.
--------------------	--------------

Fuente: Autor.

En la figura 21 se muestran las subactividades y los roles que hacen parte de la definición de la evaluación de productos software.

Figura 21. Subactividades de la definición de la evaluación de calidad de productos software.



Fuente: Autor.

De la actividad *Evaluar el producto* se desprenden las subactividades que se muestran en la tabla 13 y son ejecutadas por el *Jefe de la investigación*, el *Gestor de calidad* y el *Programador*.

Tabla 13. Subactividades de la actividad *Evaluar el producto*.

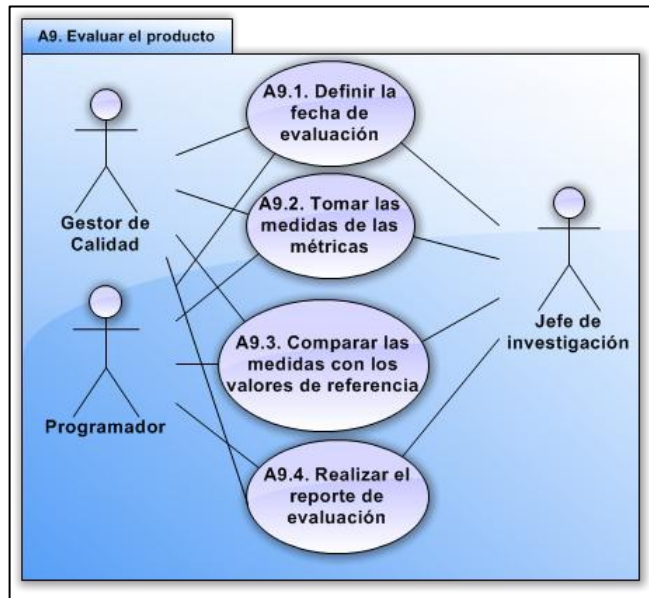
A9. Evaluar el producto	
Subactividad	Descripción
A9.1. Definir la fecha de evaluación	Establecer la fecha de valoración del producto software.
A9.2. Tomar las medidas de las métricas	Seleccionar el producto a evaluar, digitar los valores de los parámetros de las métricas y según la fórmula de la métrica, se calcula el valor de ésta.
A9.3. Comparar las medidas con los valores de referencia	Comparar los valores calculados con los valores de referencia definidos en la subactividad A8.2 y verificar si el producto evaluado aprueba o no la evaluación.

A9.4. Realizar el reporte de evaluación	Crear un reporte con los resultados de las evaluaciones realizadas a cada producto software en diferentes fechas.
-----------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: Autor

En la figura 22 se muestran las subactividades y roles desempeñados en la actividad *Evaluar el producto*.

Figura 22. Subactividades de la evaluación de calidad de productos software



Fuente: Autor.

3.5. MECANISMOS DE VALORACIÓN

Se definieron dos características principales que se quieren valorar del sistema propuesto a corto y largo plazo: la eficacia y la eficiencia. Los indicadores que permitirán evaluar estas características son las se resumen en la tabla 14.

Tabla 14. Mecanismos de valoración del sistema de evaluación de calidad de software.

Característica	Indicador
Eficacia	<ul style="list-style-type: none"> Número de proyectos de desarrollo de software que hacen uso del sistema para la gestión y evaluación de su calidad. Número de elementos de documentación de los proyectos de software que se obtienen al utilizar el sistema. Número de proyectos de desarrollo que tienen nuevas versiones luego de

	<p>utilizar el sistema como gestor y evaluador de su calidad.</p> <ul style="list-style-type: none">• Número de proyectos que luego de gestionar y evaluar su calidad con el sistema son utilizados en investigaciones nuevas.• Número de procesos en el interior de la Universidad que involucre el uso del sistema como certificador de la calidad de los desarrollos de software que se llevan a cabo en el interior de los grupos de investigación.
Eficiencia	<ul style="list-style-type: none">• Porcentaje de tiempo del proyecto de desarrollo de software de nuevas aplicaciones invertido su gestión y evaluación de la calidad utilizando el sistema.• Porcentaje de tiempo adicional invertido en la ejecución del proyecto utilizando el sistema como gestor y evaluador de calidad.

4. HERRAMIENTA COMPUTACIONAL PARA APOYAR LA EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SOFTWARE DERIVADO DE ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN QUIS 1.0

En este capítulo se describirán brevemente las características de una herramienta computacional implementada para apoyar el funcionamiento del sistema propuesto denominada QUIS 1.0- Quality UIS.

Figura 23. Pantalla de presentación de QUIS 1.0



Fuente: Autor

4.1. ¿QUÉ ES QUIS 1.0?

QUIS 1.0 es una aplicación computacional que tiene como propósito apoyar el sistema de información diseñado para evaluar la calidad de las aplicaciones software derivadas de actividades de investigación.

Esta desarrollada en Visual Basic .Net y contiene una pequeña base de datos en Access para facilitar el manejo de la información de los modelos de calidad.

4.2. ESTRUCTURA FUNCIONAL DE QUIS 1.0

QUIS 1.0 está compuesto por formularios que permiten administrar la información generada a partir de la gestión y evaluación de calidad de software desde los tres

aspectos planteados por el sistema: como Proyecto, como Proceso y como Producto. Estos formularios se agrupan según el aspecto a gestionar y evaluar en:

- Formularios para la gestión y evaluación del proyecto.
- Formularios para la gestión y evaluación de procesos
- Formularios para la evaluación de productos

La lista de formularios es la siguiente:

Tabla 15. Formularios para la gestión y evaluación del proyecto

Gestión y Evaluación del Proyecto	
Formulario	Información administrada
Acta de constitución: Generalidades	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre del proyecto • Propósito • Justificación • Objetivo general • Objetivos específicos • Criterios de éxito • Duración • Fecha de inicio • Fecha de finalización
Acta de constitución: Personal	<ul style="list-style-type: none"> • Director (Grilla) : Nombre, Cargo, Firma • Responsabilidades • Codirector (Grilla) : Nombre, Cargo, Firma • Desarrolladores (Grilla) : Nombre, Cargo, Firma • Patrocinadores (Grilla) : Nombre, Cargo, Firma
Acta de constitución: Riesgos de alto nivel	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción (Grilla).
Acta de constitución: Evaluador	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluadores (Grilla) : Nombre, Cargo, Firma • Aprobadores (Grilla) : Nombre, Cargo, Firma
Alcance: Descripción	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción alcance
Alcance: Criterios de selección y aceptación	<ul style="list-style-type: none"> • Criterios de selección (Grilla): Descripción y nivel • Criterios de aceptación (Grilla): Descripción y nivel
Alcance: Exclusiones y restricciones	<ul style="list-style-type: none"> • Exclusiones (Grilla): Descripción • Restricciones(Grilla): Descripción
Alcance: Entregables	<ul style="list-style-type: none"> • Entregables (Grilla): Descripción y fecha de entrega
Cronograma	<ul style="list-style-type: none"> • Fecha de inicio • Fecha de Finalización • Grilla: Actividad, Responsable, Fecha de inicio, Fecha de finalización
Estimación de costos	<ul style="list-style-type: none"> • Personal (Grilla): Concepto, \$/hora, Horas/mes, Meses, Subtotal

	<ul style="list-style-type: none"> • Otros conceptos(Grilla): Concepto, \$/unidad, Unidades, subtotal • Costo Total (Grilla): Total Personal, Total Otros conceptos, y Costo Total
Personal	<ul style="list-style-type: none"> • Información (Grilla): Identificación, Nombre, Rol, Cargo, Firma
Requisitos	<ul style="list-style-type: none"> • Acta de Requisitos (Grilla): Descripción
Riesgos	<ul style="list-style-type: none"> • Riesgos (Grilla): Nombre, Causas del riesgo, Plan de contingencia, Nivel.
Cierre proyecto: Generalidades	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre del proyecto • Fecha • Descripción • Responsables
Cierre proyecto: Documentos	<ul style="list-style-type: none"> • Entregables (Grilla): Fecha, Entregable, Nombre del documento, Comentario • Otros documentos (Grilla): Documento, Nombre del documento
Cierre proyecto: Responsables	<ul style="list-style-type: none"> • Responsables (Grilla): Nombre, Firma
Modificación del nombre de actividades	<ul style="list-style-type: none"> • Antiguo Nombre • Nuevo Nombre
Seguimiento de cronograma	<ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento (Grilla): Actividades, Fecha y Estado • Control (Grilla): Actividades, estado, Tiempo real, Tiempo presupuestado, Diferencia.
Seguimiento de requisitos	<ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento (Grilla): Requisitos, Fecha y estado, N° de acta.
Seguimiento de costos: Personal	<ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento (Grilla): Concepto, Fecha y Horas trabajadas, Estado, Subtotal (Horas), \$/hora, Subtotal (\$) • Control (Grilla): Concepto, Estado, Valor presupuestado(\$), Valor gastado(\$), Diferencia(\$)
Seguimiento de costos: Otros conceptos	<ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento (Grilla): Concepto, Fecha y Valor(\$), Estado, Subtotal (\$) • Control (Grilla): Concepto, Estado, Valor presupuestado(\$), Valor gastado(\$), Diferencia(\$)
Seguimiento de riesgos	<ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento (Grilla): Riesgos, Fecha y estado • Control (Grilla): Riesgos, Estado, Plan de contingencia.
Agregar solicitud de modificación	<ul style="list-style-type: none"> • No de solicitud • Fecha • Encargado de realizar la solicitud • Fecha de detección • Tipo de mantenimiento • Prioridad según impacto • Descripción • Causas • Efectos • Posible Solución
Modificar solicitud de modificación	<ul style="list-style-type: none"> • No de solicitud
Responder solicitud de modificación: Generalidades	<ul style="list-style-type: none"> • No de solicitud • Fecha • Encargado de realizar la solicitud • Fecha de detección • Tipo de mantenimiento

	<ul style="list-style-type: none"> • Prioridad según impacto • Descripción • Causas • Efectos • Posible solución
Responder solicitud de modificación: Mantenimiento del software	<ul style="list-style-type: none"> • Encargado del mantenimiento • Verificación de falla o nueva funcionalidad • Prioridad de desarrollo • Observaciones • Tramites (Grilla): Fecha y Estado • Autorización (Grilla): Nombre, Firma • Pruebas (Grilla): Fecha, Tipo de prueba, Partes evaluadas, Resultados
Responder solicitud de modificación: Solución de la solicitud	<ul style="list-style-type: none"> • Fecha de entrega • Medio de entrega • Responsable • Documentación (Grilla): Descripción, Nombre del documento
Cumplimiento de entregables	<ul style="list-style-type: none"> • Objetivo General (Grilla): Check, Descripción, Comentarios. • Objetivos Específicos (Grilla): Check, Descripción, Comentarios • Criterios de éxito (Grilla): Check, Descripción, Comentarios. • Entregables (Grilla): Check, Fecha de entrega, Entregable, Nombre del documento, Comentarios.
Definir evaluación del proyecto: Generalidades	<ul style="list-style-type: none"> • Propósito • Alcance • Responsables (Grilla): Nombre
Definir evaluación del proyecto: Parámetros de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • Escala: Valor mínimo, Valor Máximo • Modificación de evaluaciones (Cambiar todo, De aquí en adelante) • Parámetros de evaluación (Grilla): Check, Concepto, Valor de referencia, Prioridad • Valor de referencia del proyecto • % de prioridad asignado
Evaluación del proyecto: Evaluación del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación(Grilla): Parámetros, Fecha y puntaje, Comentarios
Evaluación proyecto: Estado del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel Obtenido (grilla): Fecha, Puntaje, Nivel obtenido
Historial parámetros de proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Historial (Grilla): Fecha, Parámetro, valor de referencia, prioridad.

Tabla 16. Formularios para la gestión y evaluación de procesos

Gestión y Evaluación de Procesos	
Formulario	Información Administrada
Mapa de procesos	<ul style="list-style-type: none"> • Formulario contenedor del mapa de procesos.
Descripción del proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre del proceso • Descripción
Definir evaluación de procesos: Generalidades	<ul style="list-style-type: none"> • Propósito • Alcance • Responsables (Grilla): Nombre

Relación de procesos	<ul style="list-style-type: none"> • Relación (Grilla): Proceso, Proceso siguiente.
Relación elementos del proceso: Actividad-Actividad	<ul style="list-style-type: none"> • Relaciones (Grilla): Actividad, Actividad siguiente
Relación elementos del proceso: Actividad-Rol	<ul style="list-style-type: none"> • Relaciones (Grilla): Actividad, Rol
Relación elementos del proceso: Actividad-Recurso	<ul style="list-style-type: none"> • Relaciones (Grilla): Actividad, Recurso
Relación elementos del proceso: Actividad-Producto	<ul style="list-style-type: none"> • Relaciones (Grilla): Actividad, Producto
Gestión de proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Información (Grilla): Check, Fecha, Comentario, Nombre del documento.
Definir evaluación de procesos: Parámetros de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • Valor mínimo (Escala) • Valor Máximo (Escala) • Modificación de evaluaciones (Cambiar todo, De aquí en adelante) • Parámetros de evaluación (Grilla): Check, Concepto, Valor de referencia, Prioridad • Rangos de aceptación (Grilla): Nivel del proceso, Límite inferior, Límite superior • % de prioridad asignado
Definir evaluación de procesos: Procesos a evaluar	<ul style="list-style-type: none"> • Elegir Proceso (Grilla): Check, Procesos
Evaluación proceso: Evaluación del proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación(Grilla): Proceso, Parámetros, Fecha y puntaje, Comentarios
Evaluación proceso: Estado del proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel Obtenido (grilla): Proceso, Fecha y puntaje, Nivel obtenido
Historial parámetros de proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Historial (Grilla): Fecha, Parámetro, valor de referencia, prioridad.

Tabla 17. Formularios para la evaluación del producto

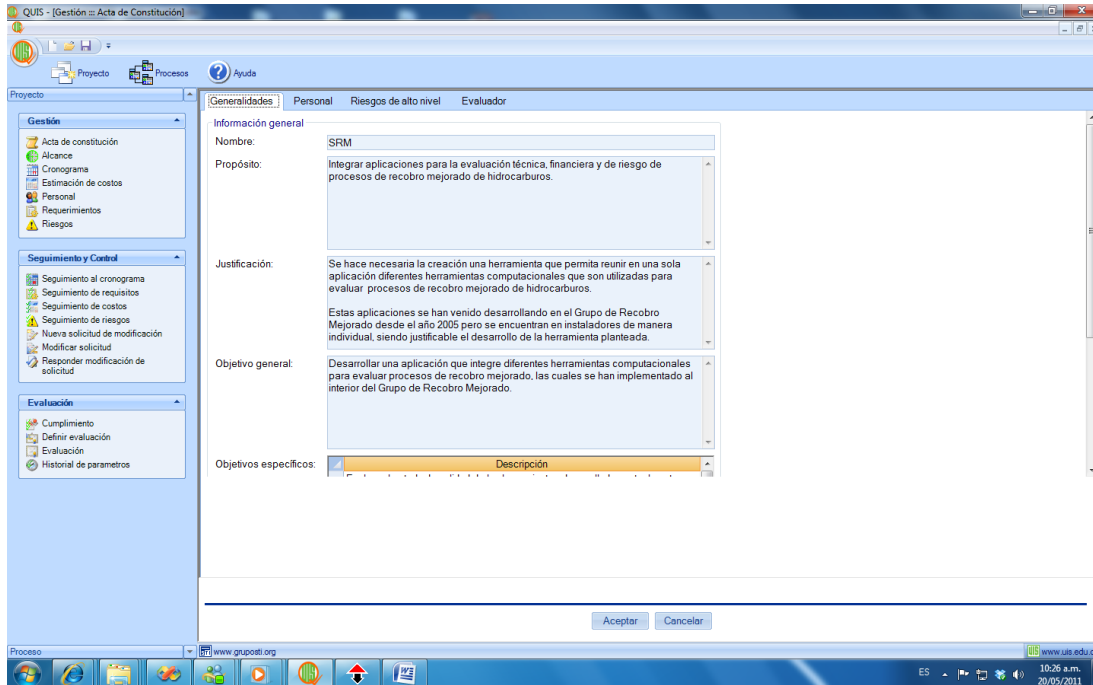
Evaluación del Producto	
Formulario	Información Administrada
Nuevo modelo de calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre • Descripción • Características (Grilla): Check, Nombre, Descripción, Tipo de métrica.
Selección del modelo de calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo
Editar modelo de calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre • Descripción • Características (Grilla): Check, Nombre, Descripción, Tipo de métrica. • Botón de actualizar • Botón de Eliminar
Nueva característica de	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre

calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de métrica • Descripción • Subcaracterísticas (Grilla): Check, Nombre, Descripción
Editar característica de calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre • Tipo de métrica • Descripción • Subcaracterísticas (Grilla): Check, Nombre, Descripción • Botón de Actualizar • Botón de Eliminar
Selección de características de calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre de característica • Tipo de métrica
Nueva subcaracterística de calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre • Descripción • Métricas (Grilla): Check, Nombre.
Editar subcaracterística de calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre • Descripción • Métricas (Grilla): Check, Nombre. • Botón de Actualizar • Botón de Eliminar
Selección de subcaracterísticas de calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre de subcaracterística
Nuevas métricas de calidad: Crear	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre • Nombre corto • Propósito • Método de aplicación • Escala: Valor Mínimo, Valor Máximo • Origen de los datos • Valor óptimo cercano a.
Nuevas métricas de calidad: Fórmula	<ul style="list-style-type: none"> • Parámetros (Grilla): ID, Nombre, Agregar. • Fórmula • Evaluar fórmula • Símbolos matemáticos. • Limpiar
Editar métricas de calidad: Crear	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre • Nombre corto • Propósito • Método de aplicación • Escala: Valor Mínimo, Valor Máximo • Origen de los datos • Valor óptimo cercano a. • Botón de Actualizar • Botón de Eliminar
Editar métricas de calidad: Fórmula	<ul style="list-style-type: none"> • Parámetros (Grilla): ID, Nombre, Agregar. • Fórmula • Evaluar fórmula • Símbolos matemáticos. • Limpiar • Botón de Actualizar • Botón de Eliminar

Selección de métricas	<ul style="list-style-type: none"> Nombre de métrica
Crear parámetros	<ul style="list-style-type: none"> Descripción Nombre corto Tipo de medida
Editar parámetros	<ul style="list-style-type: none"> Descripción Nombre corto Tipo de medida Botón de Actualizar Botón de Eliminar
Seleccionar parámetros	<ul style="list-style-type: none"> Parámetros
Caracterizar evaluación: Plan de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> Propósito Audiencia Intención Nombre del software Objetivos de la evaluación (Grilla): Item, Objetivos Responsabilidades (Grilla): Responsable, Inicio.
Caracterizar evaluación: Modelo de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> Modelo de evaluación. Criterios de evaluación (Grilla): Producto, Características, Subcaracterísticas, Métricas, Valor mínimo, Valor Máximo, Valor Permitido
Productos a evaluar	<ul style="list-style-type: none"> Productos (Grilla): ID, Producto
Ejecutar evaluación	<ul style="list-style-type: none"> Producto Evaluación (Grilla): Características, Subcaracterísticas, Métricas, Parámetros, Fecha de Evaluación, Valor del parámetro, Valor de la métrica.
Ver evaluación	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación Fecha de la medición Evaluación (Grilla): Características, Subcaracterísticas, Métricas, Valor Medido, Valor Permitido
Productos	<ul style="list-style-type: none"> Tipo de producto.
Métricas	<ul style="list-style-type: none"> Tipo de métrica
Medidas	<ul style="list-style-type: none"> Tipo de medidas

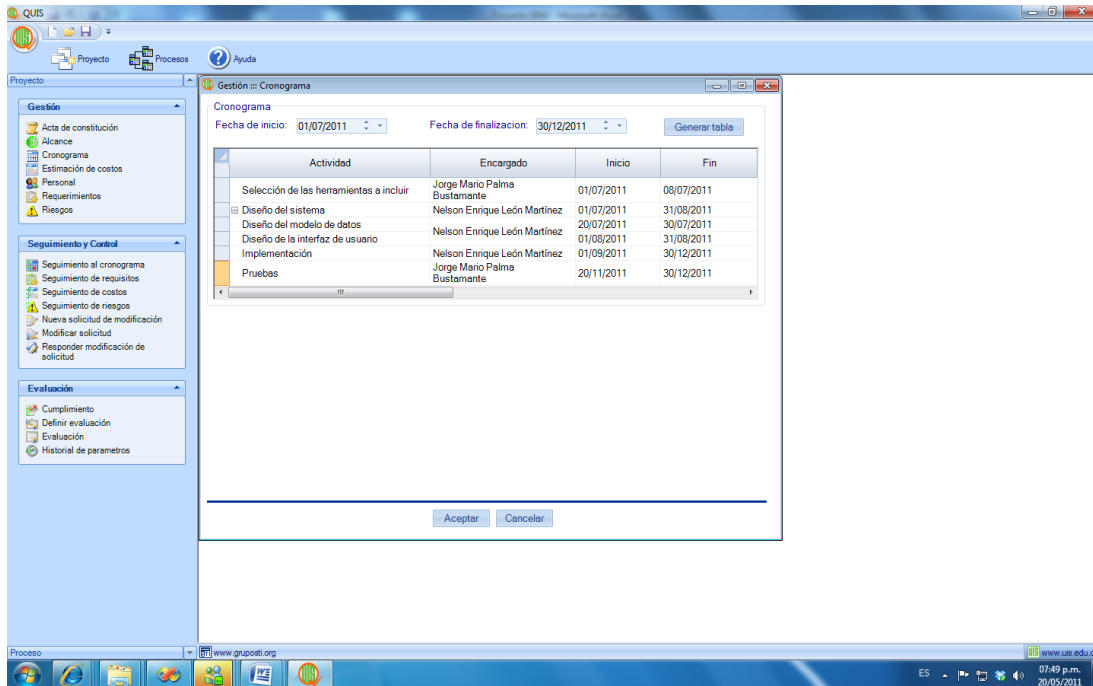
Algunos formularios de QUIS 1.0 se muestran a continuación:

Figura 24. Acta de constitución del proyecto: Generalidades



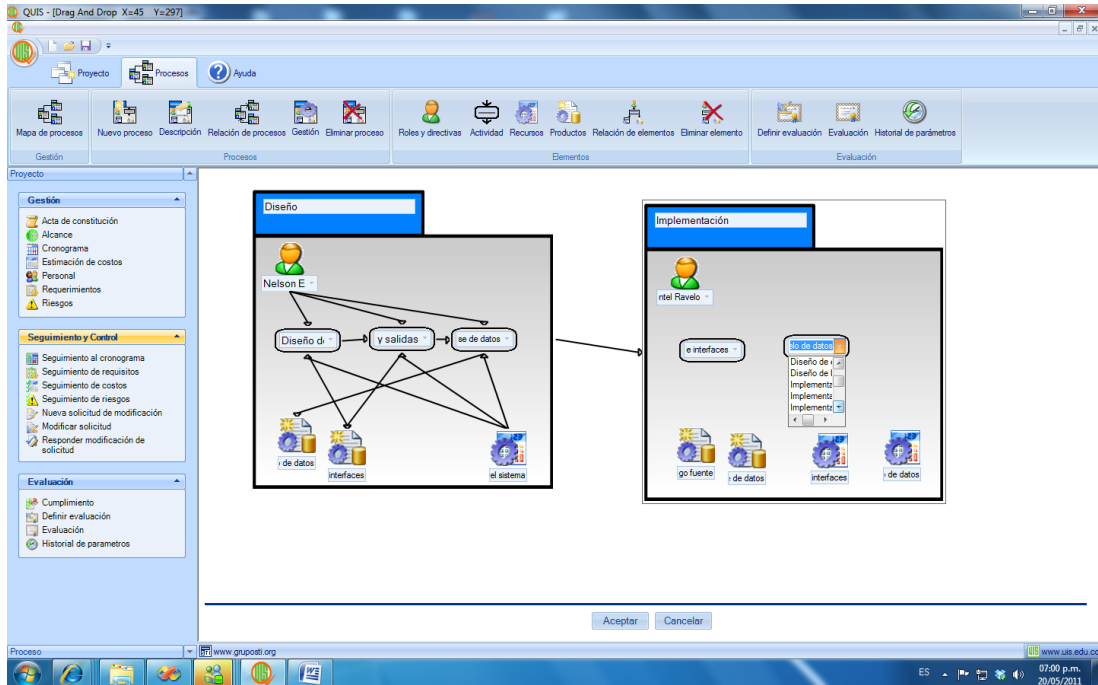
Fuente: Software para la gestión y evaluación de calidad de software. QUIS 1.0 UIS, 2011.

Figura 25. Cronograma del proyecto.



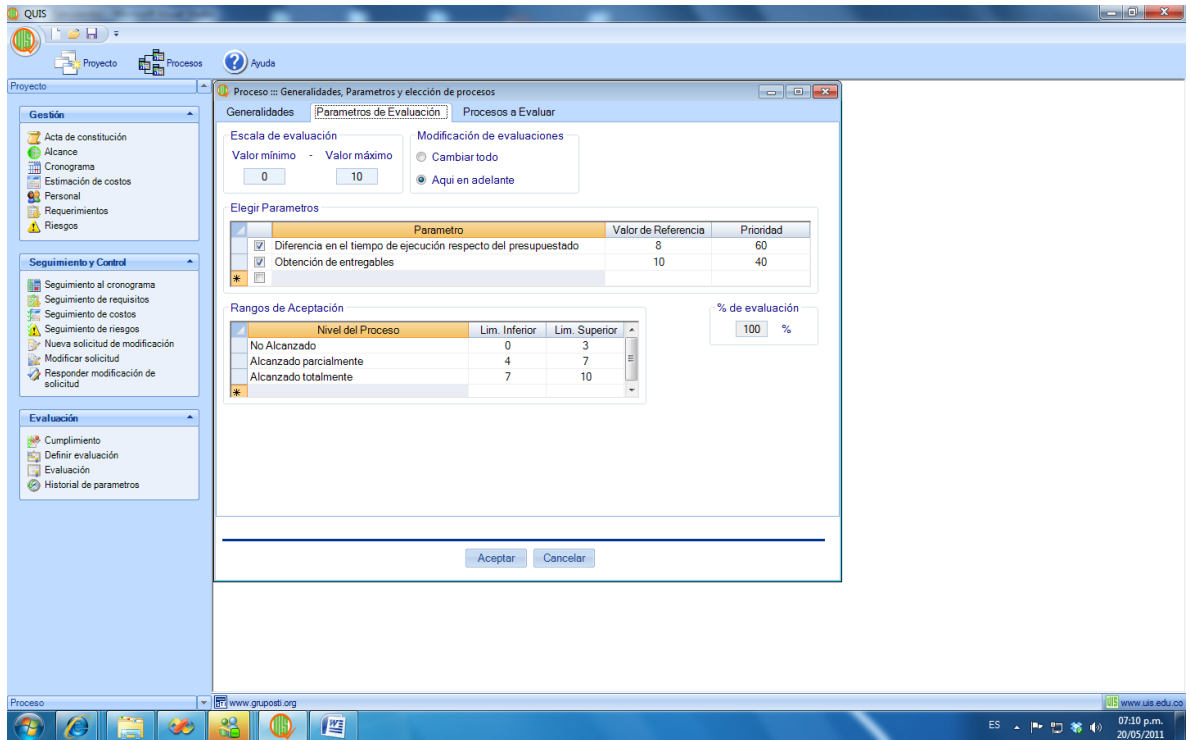
Fuente: Software para la gestión y evaluación de calidad de software. QUIS 1.0 UIS, 2011.

Figura 26. Definición del mapa de procesos.



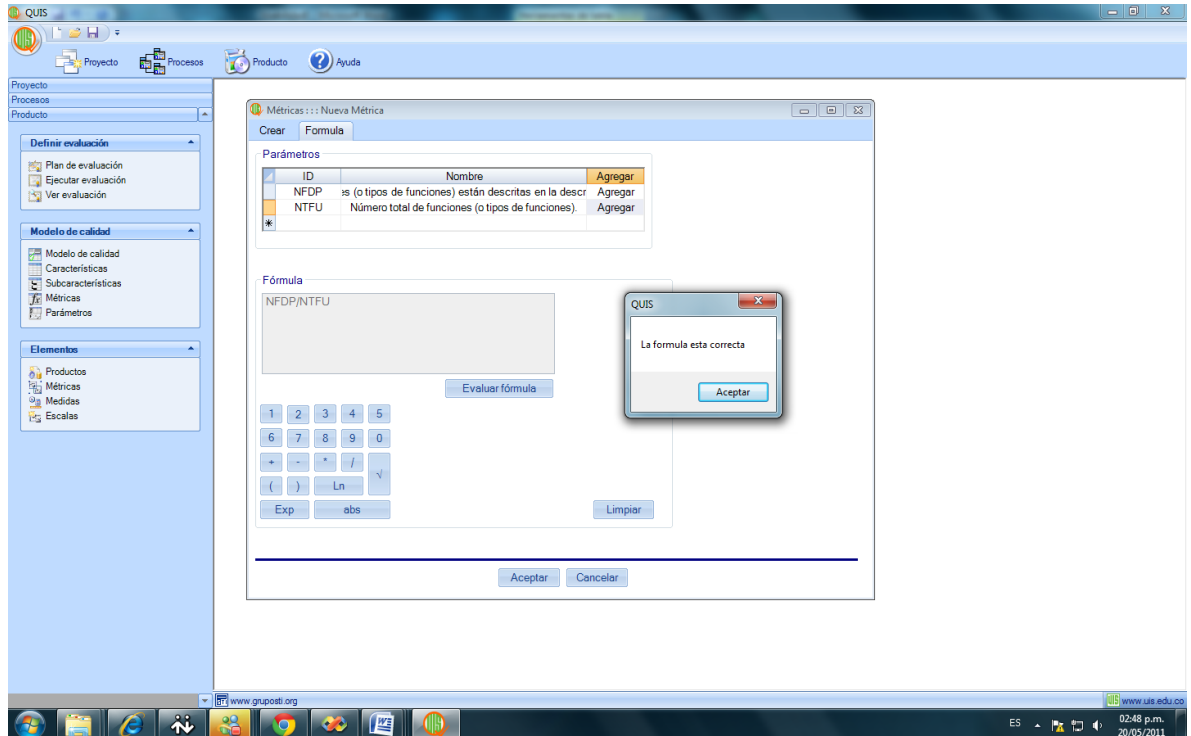
Fuente: Software para la gestión y evaluación de calidad de software. QUIS 1.0 UIS, 2011.

Figura 27. Parámetros de evaluación de procesos de software.



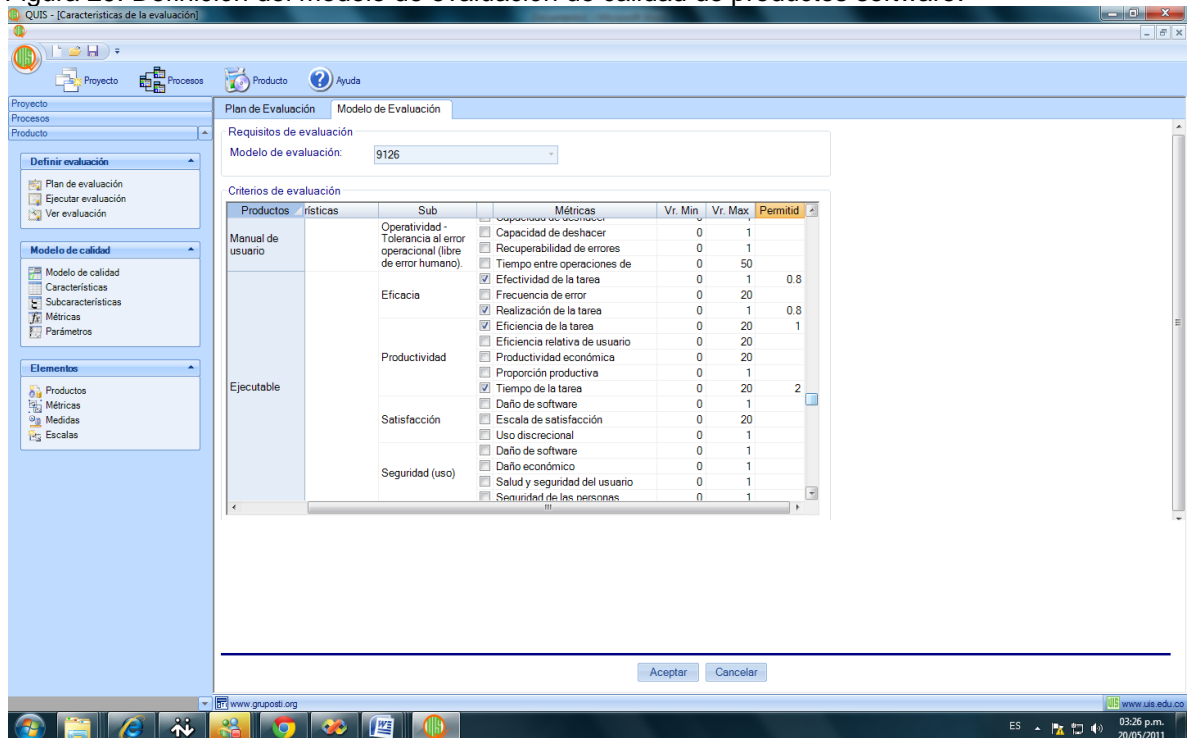
Fuente: Software para la gestión y evaluación de calidad de software. QUIS 1.0 UIS, 2011.

Figura 28. Creación de la fórmula de una métrica de calidad.



Fuente: Software para la gestión y evaluación de calidad de software. QUIS 1.0 UIS, 2011.

Figura 29. Definición del modelo de evaluación de calidad de productos software.



Fuente: Software para la gestión y evaluación de calidad de software. QUIS 1.0 UIS, 2011.

4.3. CARACTERIZACIÓN DEL DESARROLLO DE QUIS 1.0

QUIS 1.0 en sí mismo constituye una herramienta computacional surgida dentro del desarrollo de una investigación desarrollada por el Grupo de Investigación en Sistemas y Tecnologías de la Información de la UIS. Dentro de la presente investigación se planteó la creación de una herramienta software que apoyará el sistema planteado. La mejor forma de ejecutarla fue a través del desarrollo de dos proyectos de pregrado:

- Implementación de una herramienta computacional para la gestión y evaluación de proyectos y procesos de desarrollo de software de los grupos de investigación de la Universidad Industrial de Santander.
- Implementación de una herramienta computacional para la evaluación de la calidad de productos software de los grupos de investigación de la Universidad Industrial de Santander.

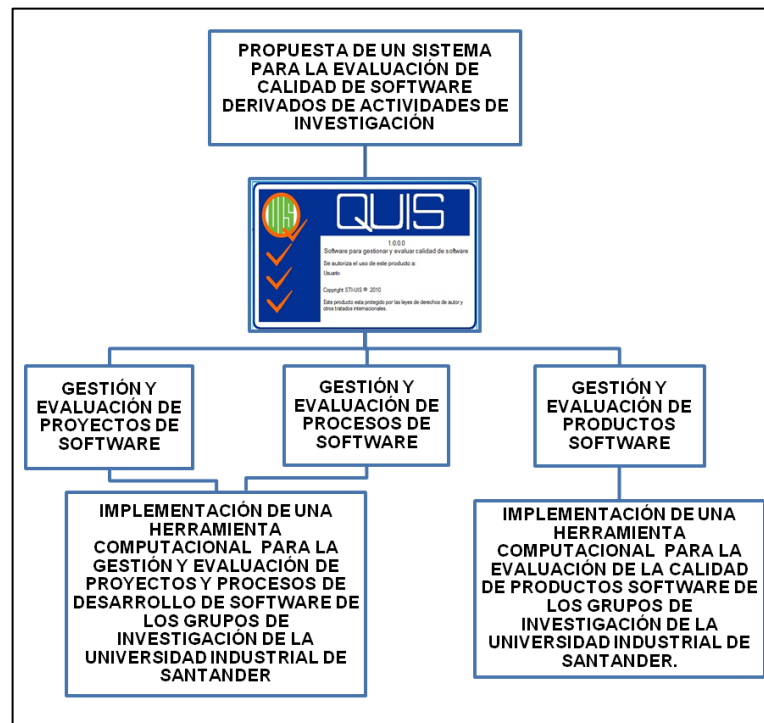
Como cualquiera de los desarrollos que resultan de una actividad investigativa, estos proyectos no estuvieron ajenos a las situaciones planteadas en el capítulo 1 como características de este tipo de desarrollos. Dentro de estas situaciones está las siguientes:

- Cambios en el personal desarrollador, aunque esta situación no tuvo mayores repercusiones ya que fue al inicio del proyecto.
- Cambio en los requisitos iniciales debido a que a la par se estaba diseñando el sistema.
- No se pudo gestionar todos los elementos de calidad planteados en el sistema. Esta evaluación se centró en los productos.

Pero no todo fue negativo ya que también se presentaron algunas situaciones positivas como las siguientes:

- A diferencia de la mayoría de los proyectos, éste contó con recursos económicos que permitieron la compra de equipos y software que facilitaron su desarrollo.
- Se ofreció un auxilio económico a los desarrolladores del proyecto.
- A partir de su desarrollo se redactaron dos artículos en los que se muestra la funcionalidad de la herramienta.

Figura 30. Proyectos asociados a la implementación de QUIS 1.0.



Fuente: Autor.

5. ILUSTRACIÓN DEL USO DEL SISTEMA PROPUESTO

En este último capítulo se ilustrará el uso del sistema propuesto y la herramienta desarrollada en la valoración de aspectos de calidad de software de tres contextos investigativos diferentes.

5.1. GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL PROYECTO SRM

La primera de las herramientas que se utilizó para ilustrar cómo funciona el sistema planteado es una herramienta software que se desea implementar en el Grupo de Investigación Recobro Mejorado de la UIS, denominada SRM- Software de Recobro Mejorado. Se debe aclarar que como es una aplicación nueva no se puede hacer por el momento una evaluación a nivel de proyecto únicamente se puede definir el proyecto. La ficha técnica es la siguiente:

Tabla 18. Ficha técnica de la evaluación de calidad del software SRM.

Ficha Técnica de Evaluación de Calidad de Software	
Nombre del software	SRM-Software de Recobro Mejorado
Breve descripción de su funcionalidad	Herramienta computacional que integra diferentes paquetes para la evaluación técnica, financiera y de riesgo de proyectos de recobro mejorado de hidrocarburos.
Grupo propietario	Grupo de Investigación Recobro Mejorado UIS
Aspectos de calidad gestionados y/o evaluados	Gestión de la calidad del proyecto
Actividades llevadas a cabo	Todas las correspondientes a la actividad A1. Definir el proyecto
Participantes	<ul style="list-style-type: none"> • Ing. Jorge Mario Palma Bustamante del Grupo de Investigación Recobro Mejorado como Jefe de la Investigación. • Ing. Nelson Enrique León Martínez del Grupo de Investigación en Sistemas y Tecnologías de la Información como Gestor de Calidad.
Resultados y/o comentarios	Los documentos arrojados serán utilizados como punto de partida para el desarrollo de la herramienta SRM. Por parte del Grupo de Recobro Mejorado queda planteado el compromiso y el interés de utilizar el sistema en la evaluación de los otros aspectos de calidad que define el sistema..

Fuente: Autor.

A continuación se presentan algunas imágenes de la evaluación realizada.

Figura 31. Generalidades del acta de inicio del software SRM

Generalidades: Personal Riesgos de alto nivel Evaluador

Información general

Nombre: SRM

Propósito: Integrar aplicaciones para la evaluación técnica, financiera y de riesgo de procesos de recobro mejorado de hidrocarburos.

Justificación: Se hace necesaria la creación una herramienta que permita reunir en una sola aplicación diferentes herramientas computacionales que son utilizadas para evaluar procesos de recobro mejorado de hidrocarburos. Estas aplicaciones se han venido desarrollando en el Grupo de Recobro Mejorado desde el año 2005 pero se encuentran en instaladores de manera individual, siendo justificable el desarrollo de la herramienta planteada.

Objetivo general: Desarrollar una aplicación que integre diferentes herramientas computacionales para evaluar procesos de recobro mejorado, las cuales se han implementado al interior del Grupo de Recobro Mejorado.

Objetivos específicos: Descripción

Aceptar Cancelar

Fuente: Autor.

Figura 32. Estimación de costos para el software SRM.

Gestión :: Estimación de costos

Concepto	\$/hora	Horas/mes	Meses	Subtotal
Director	70000	10	6	4200000
Codirector	70000	10	6	4200000
Ingeniería				
Investigador	40000	20	6	4800000
Desarrollador	40000	120	6	28800000
Personal de Apoyo				
Auxiliar	5000	60	6	1800000

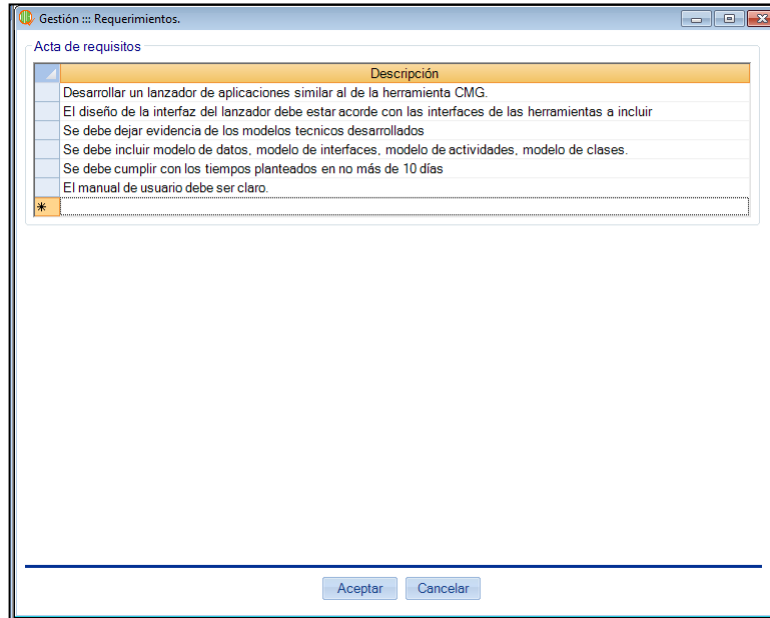
Concepto	\$/Unidad	Unidades	Subtotal
Equipos			
Computador	720000	2	1440000
Software			
Licencias	3000000	1	3000000
Suministros			
Papelería	100000	1	100000
Divulgación			
Primeros			

Concepto	Subtotal
Personal	43800000
Otros	4540000
Total	48340000

Aceptar Cancelar

Fuente: Autor.

Figura 33. Sección del acta de los requisitos de la herramienta.



Fuente: Autor.

5.2. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL PROCESO DE DISEÑO DEL SOFTWARE QUIS

La segunda herramienta sobre la que se utilizó el sistema de evaluación de la calidad fue la herramienta que lo soporta, es decir QUIS 1.0 perteneciente al Grupo de Investigación en Sistemas y Tecnologías de la Información. Para este caso se usó el módulo correspondiente a la evaluación de la calidad de sus procesos. La ficha técnica fue la siguiente:

Tabla 19. Ficha técnica de la evaluación de calidad del software QUIS

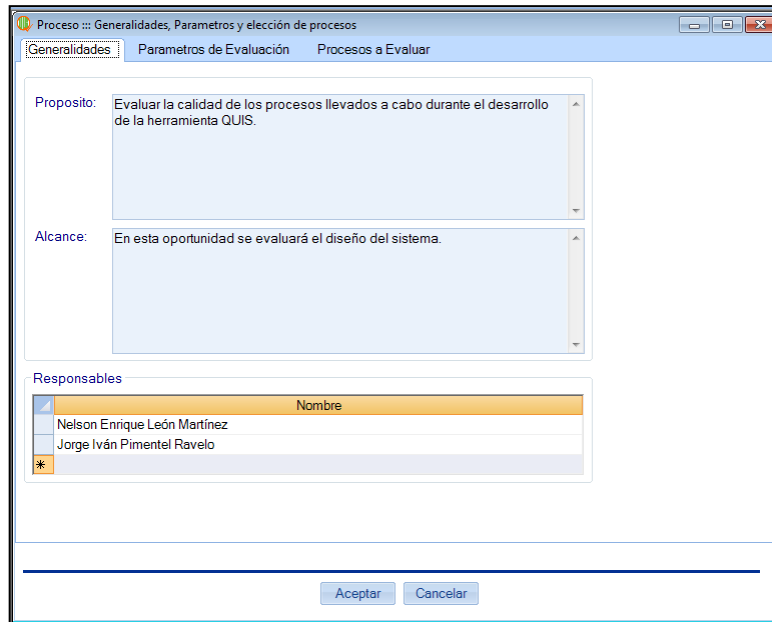
Ficha Técnica de Evaluación de Calidad de Software	
Nombre del software	QUIS- Quality UIS
Breve descripción de su funcionalidad	Herramienta computacional para la gestión y evaluación de calidad de software derivado de actividades de investigación.
Grupo propietario	Grupo de Investigación en Sistemas y Tecnologías de la Información UIS
Aspectos de calidad gestionados y/o evaluados	Calidad del Proceso
Actividades llevadas a cabo	Las relacionadas con la actividad A6. Evaluar los procesos
Participantes	• Ing. Nelson Enrique León Martínez del Grupo de Investigación en Sistemas y Tecnologías de la Información como Gestor de Calidad.

	<ul style="list-style-type: none"> • Auxiliar Jorge Iván Pimentel Ravelo del Grupo de Investigación en Sistemas y Tecnologías de la Información como Programador.
Resultados y/o comentarios	De los procesos se evaluó el proceso de Diseño

Fuente: Autor.

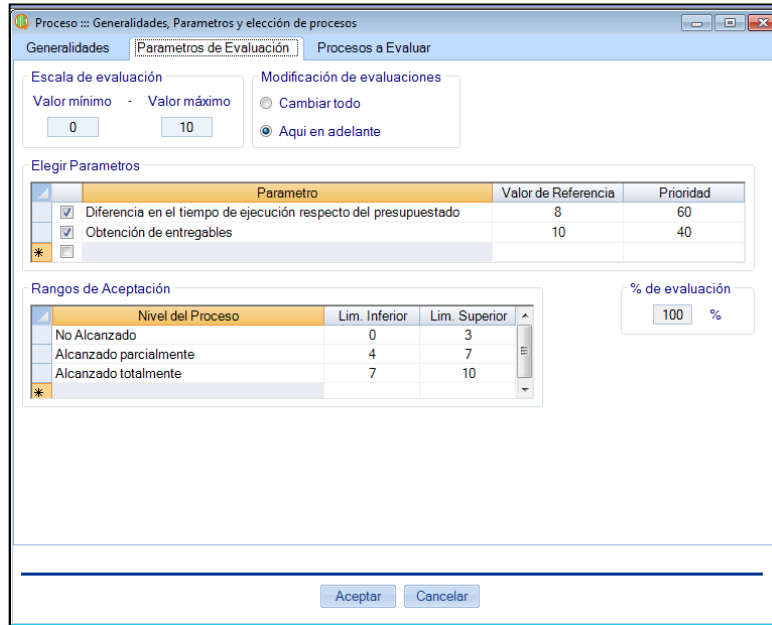
A continuación se muestran unas imágenes de los formularios utilizados durante la evaluación de la herramienta QUIS 1.0.

Figura 34. Generalidades de la definición de la evaluación de los procesos.



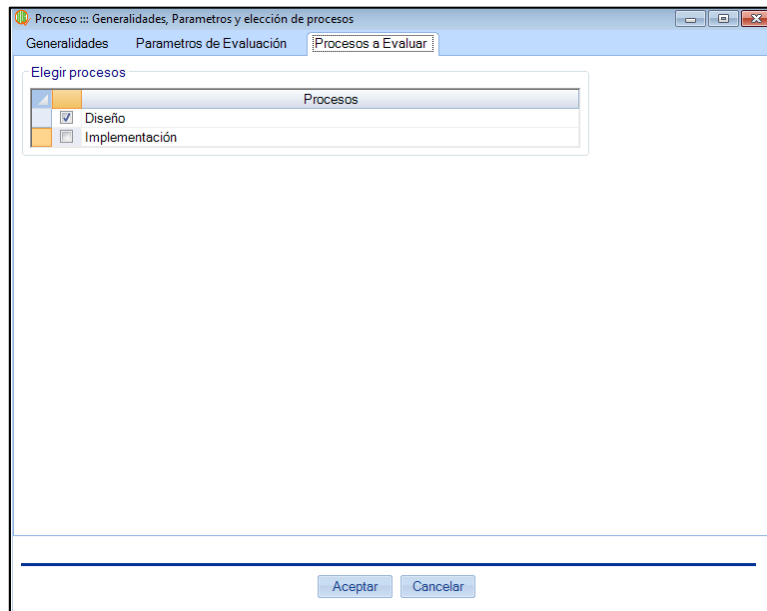
Fuente: Autor.

Figura 35. Definición de los parámetros a evaluar.



Fuente: Autor.

Figura 36. Selección de los procesos a evaluar.



Fuente: Autor.

Figura 37. Evaluación del proceso de diseño.

Proceso	Parametros	20/05/2011
Diseño	Diferencia en el tiempo de ejecución respecto del presupuestado	10
	Obtención de entregables	5

El tiempo de ejecu
Falta diseño de ent

Aceptar Cancelar

Fuente: Autor.

Figura 38. Nivel alcanzado por el proceso de diseño

Proceso	20/05/2011	Nivel Alcansi Alcanzado tot
Diseño	8	

Aceptar Cancelar

Fuente: Autor.

5.3. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO EOGEST 1.0

La tercera herramienta que se utilizó como ejemplo de uso del sistema es el software EOGEST 1.0 perteneciente al Grupo de Investigación en Informática Biomédica de la UIS. La ficha técnica de la evaluación se muestra a continuación:

Tabla 20. Ficha técnica de la evaluación del software EOGEST 1.0

Ficha Técnica de Evaluación de Calidad de Software	
Nombre del software	EOGEST 1.0
Breve descripción de su funcionalidad	Software para el filtrado, caracterización y análisis estadístico de señales electrooculográficas.
Grupo propietario	Grupo de Investigación en Informática Biomédica UIS
Aspectos de calidad gestionados y/o evaluados	Evaluación de la calidad del producto software.
Actividades llevadas a cabo	Las correspondientes a la actividad A8. Definir la evaluación y A9. Evaluar el producto
Participantes	<ul style="list-style-type: none"> • Ing. Mónica Janeth Blanco Díaz como desarrolladora de la herramienta y Jefe de la Investigación. • Ing. Nelson Enrique León Martínez como desarrollador de la herramienta y Jefe de la Investigación
Resultados y/o comentarios	Como producto software a evaluar se seleccionó el instalador de la aplicación.

Fuente: Autor.

Algunos de los formularios que se utilizaron en la evaluación se muestran a continuación.

Figura 39. Plan de evaluación de la herramienta EOGEST 1.0

Plan de Evaluación | Modelo de Evaluación

Introducción del Plan de Evaluación

Propósito: Evaluar la calidad de productos software asociados a la herramienta EOGEST 1.0 - Software para la caracterización y análisis estadístico de señales electrooculográficas.

Audiencia: Evaluadores y desarrolladores de la herramienta EOGEST 1.0.

Intención: Evaluar diferentes características de calidad de el instalador, programa ejecutable y manual de usuario de la herramienta EOGEST 1.0.

Nombre del software: EOGEST 1.0.

Objetivos de la evaluación

Item	Objetivos
1	Evaluar la calidad del instalador de la aplicación
2	Evaluar la calidad del programa en ejecución
3	Evaluar la calidad del manual de usuario
*	

Responsabilidades

Responsable	Inicio
Nelson León	20/05/2011

Aceptar Cancelar

Fuente: Autor.

Figura 40. Modelo de calidad utilizado en la evaluación.

Plan de Evaluación | Modelo de Evaluación

Requisitos de evaluación

Modelo de evaluación: 9126

Criterios de evaluación

Productos	Métricas	Sub	Métricas	Vr. Min	Vr. Max	Permitid
Instalador	Eficacia		<input checked="" type="checkbox"/> Efectividad de la tarea	0	1	1
			<input type="checkbox"/> Frecuencia de error	0	20	
			<input type="checkbox"/> Realización de la tarea	0	1	
	Productividad		<input type="checkbox"/> Eficiencia de la tarea	0	20	
			<input type="checkbox"/> Eficiencia relativa de usuario	0	20	
			<input type="checkbox"/> Productividad económica	0	20	
			<input type="checkbox"/> Proporción productiva	0	1	
	Satisfacción		<input type="checkbox"/> Tiempo de la tarea	0	20	
			<input type="checkbox"/> Daño de software	0	1	
			<input type="checkbox"/> Escala de satisfacción	0	20	
	Seguridad (uso)		<input type="checkbox"/> Uso discrecional	0	1	
			<input type="checkbox"/> Daño de software	0	1	
			<input type="checkbox"/> Daño económico	0	1	
			<input type="checkbox"/> Salud y seguridad del usuario	0	1	
	Comportamiento en el Tiempo - Tiempo de		<input type="checkbox"/> Seguridad de las personas	0	1	
<input type="checkbox"/> Tiempo de respuesta			0	100		
<input type="checkbox"/> Tiempo de respuesta (Razón)			0	1		
			<input type="checkbox"/> Tiempo de respuesta (Tiempo)	0	1	

Aceptar Cancelar

Fuente: Autor.

Figura 41. Resultados de la evaluación del instalador de EOGEST 1.0

The screenshot shows a software evaluation window. At the top, there is a dropdown menu labeled 'Productos' with 'Instalador' selected. Below this is a section titled 'Evaluación' containing a table. The table has columns for 'Parámetros' and a date '20/05/2011'. The table contains three rows of data. At the bottom of the window, there are two buttons: 'Evaluar' and 'Cancelar'.

Parámetros	20/05/2011	
Número de casos en los cuales un usuario tiene éxito al cambiar la instalación	2	1
Número total de casos en los que el usuario intenta cambiar la operación de la tarea	2	0.8
Valor proporcional de cada componente perdido o incorrecto en la tarea	0.8	0.8

Fuente: Autor.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La caracterización del desarrollo de software en los grupos de investigación y la evaluación de su calidad, reveló la existencia de dificultades presentadas a diario al llevar a cabo actividades de investigación, dificultades que terminan por afectar los resultados perseguidos. Aunque no son nuevas, estas dificultades no se habían plasmado abiertamente de tal manera que se pudiese plantear una posible solución para manejarlas adecuadamente y disminuir el impacto en los resultados finales de los proyectos.

Así como se realizó una mirada crítica a una actividad muy puntual como la evaluación de la calidad de los desarrollos de software, vale la pena hacer el mismo ejercicio con otro tipo de actividades llevadas a cabo en los grupos de investigación como el planteamiento de proyectos, la gestión de la información generada en el interior de los grupos, el desarrollo de procesos de registro, certificación y generación de patentes, la administración de los recursos financieros con los que cuenta, entre muchos otros, los cuales se toman como secundarios pero que su mala ejecución conlleva a fracasos en los proyectos investigativos.

Reconocer la existencia de un tipo especial de software como es el realizado durante la ejecución de una investigación, con sus características, restricciones y utilidades, plantea la necesidad de analizar otros aspectos involucrados en su desarrollo como la forma de identificar requisitos, el diseño, la codificación, la realización de pruebas, entre otros, para los cuales existen estándares, metodologías y normas que están diseñadas para desarrollos de mediana y gran escala y los cuales difícilmente se pueden aplicar de manera exacta en este tipo de aplicaciones.

En cuanto a la evaluación de la calidad, se planteó que en el desarrollo de software se deben tener en cuenta tres aspectos. El primero de ellos es la gestión de los recursos que le fueron asignados y la evaluación de esta gestión, es decir el

desarrollo de software visto como la ejecución de un proyecto. El segundo corresponde a la evaluación de los procesos involucrados en su ejecución, de tal manera que al evaluar la calidad de los procesos se detecten de manera temprana riesgos que afecten la calidad de los productos obtenidos y se puedan tomar los correctivos necesarios. Por último, se debe tener en cuenta la evaluación de la calidad de los productos software, los cuales no se limitan al ejecutable de la herramienta sino a otros productos que se obtienen a lo largo del proceso de desarrollo.

El sistema planteado, aunque se basó en normas y estándares internacionales, no está cerrado al cumplimiento de todos los requerimientos de éstas y es muy flexible en su utilización. El diseño buscó los elementos más generales e importantes de estos estándares, de tal manera que se pueda adaptar a necesidades específicas. Esto se observó especialmente en la no creación de un modelo de procesos estáticos que todo desarrollo deba seguir, sino que es posible la creación de un modelo de procesos para cada grupo de investigación de acuerdo a sus necesidades y campo de acción particular. También se vio reflejado en la opción de crear su propio modelo de calidad de productos software para evaluar aspectos particulares de una herramienta y no limitarse estrictamente a las características planteadas por una norma de calidad.

Al llevarse a cabo el desarrollo de la herramienta de soporte al sistema propuesto apoyado en la realización de proyectos de pregrado, mostró en sí misma algunas de las situaciones que caracterizan el desarrollo del software en los grupos de investigación, como el retiro de integrantes del grupo de desarrolladores, lo que confirmó una vez más la necesidad de gestionar adecuadamente un proyecto de desarrollo para que no se vea afectada su ejecución. Además, quedó planteada la necesidad de realizar nuevas versiones, con funcionalidades que permitan complementar el sistema de evaluación planteado.

A partir de la propuesta presentada y de su aplicación en diferentes contextos investigativos, queda planteada la necesidad de iniciar un proceso de concientización del uso y la importancia de este tipo de herramientas en el apoyo del desarrollo de aplicaciones que se realicen en los grupos de investigación, ya que como cualquier cambio de cultura organizacional requiere que sea implementada de manera paulatina y de la existencia de un compromiso por parte de la dirección de los grupos de investigación para que esfuerzos como el realizado durante la ejecución de este trabajo no se pierdan y sean utilizados en bien del desarrollo de la actividad investigativa.

Este proyecto hace parte de un conjunto de esfuerzos del grupo de investigación en Sistemas y Tecnologías de la Información para dotar de herramientas a los grupos de investigación de la UIS que les permitan gestionar el conocimiento que se genera en el interior de ellos y evaluar la calidad de los productos que se derivan de su accionar.

Por último, se plantea una posible aplicación del sistema diseñado como apoyo en otros procesos de la universidad que involucre la recolección de evidencia que soporte la evaluación de calidad de los desarrollos informáticos realizados en los grupos de investigación, de tal manera que sea más objetivos y precisos los resultados obtenidos en dichas valoraciones.

BIBLIOGRAFÍA

- COLCIENCIAS. ¿Qué es un grupo de investigación? [online] En <http://www.colciencias.gov.co/faq>. Accedido 05 de febrero de 2011.
- INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. Guide to the Software Engineering Body of Knowledge SWEBOK 2004 Version. EE.UU: IEEE, 2004. 202 p.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Information technology-Software process assessment- Part 1: Concepts and introductory guide. Technical report ISO/IEC TR 15504-1. Suiza: ISO, 1998. 11p.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Information technology-Software process assessment-Part 2: A reference model for processes and process capability. Technical report ISO/IEC TR 15504-2. Suiza: ISO, 1998. 39p.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Information technology-Software process assessment-Part 3: Performing an assessment. Technical report ISO/IEC TR 15504-3. Suiza: ISO, 1998. 4p.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Information technology-Software process assessment-Part 4: Guide to performing assessments. Technical report ISO/IEC TR 15504-4. Suiza: ISO, 1998. 18p.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Information technology-Software process assessment-Part 5: An assessment model and indicator guidance. Technical report ISO/IEC TR 15504-5. Suiza: ISO, 1999. 123p.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Information technology-Software process assessment-Part 6: Guide to competency of assessors. Technical report ISO/IEC TR 15504-6. Suiza: ISO, 1998. 75p.

- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Information technology-Software process assessment-Part 7: Guide for use in process improvement. Technical report ISO/IEC TR 15504-7. Suiza: ISO, 1998. 36p.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Information technology-Software process assessment-Part 8: Guide for use in determining supplier process capability. Technical report ISO/IEC TR 15504-8. Suiza: ISO, 1998. 17p.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Information technology-Software process assessment-Part 9: Vocabulary. Technical report ISO/IEC TR 15504-9. Suiza: ISO, 1998. 11p.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Software engineering-Guidelines for application of ISO 9001:2000 to computer software. Standard International ISO/IEC 90003:2004. Suiza: ISO, 2004. 54p.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Software engineering-Product Evaluation-Part 1: General overview. International standard ISO/IEC 14598-1. Suiza: ISO, 1999. 19p.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Software engineering-Product Evaluation-Part 2: Planning and management. International standard ISO/IEC 14598-2. Suiza: ISO, 2000. 12p.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Software engineering-Product Evaluation-Part 3: Process for developers. International standard ISO/IEC 14598-3. Suiza: ISO, 2000. 16p.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Software engineering-Product Evaluation-Part 4: Process for acquires. International standard ISO/IEC 14598-4. Suiza: ISO, 1999. 34p.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Software engineering-Product Evaluation-Part 5: Process for evaluator. International standard ISO/IEC 14598-5. Suiza: ISO, 1998. 35p.

- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Software engineering-Product Evaluation-Part 6: Documentation of evaluation modules. International standard ISO/IEC 14598-6. Suiza: ISO, 2001. 31p.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Software engineering-Product Quality-Part 1: Quality model. International standard ISO/IEC 9126-1. Suiza: ISO, 2001. 25p.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Software engineering-Product Quality-Part 2: External metrics. Technical report ISO/IEC TR 9126-2. Suiza: ISO, 2003. 98p.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Software engineering-Product Quality-Part 3: Internal metrics. Technical report ISO/IEC TR 9126-3. Suiza: ISO, 2003. 62p.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Software engineering-Product Quality-Part 4: Quality in use metrics. Technical report ISO/IEC TR 9126-4. Suiza: ISO, 2004. 59p.
- PIATTINI M.; GARCÍA F. Calidad de Sistemas Informáticos. México: Alfa Omega, 2007. 388 p.
- PRESSMAN R. Ingeniería del Software, un enfoque práctico. España: McGraw-Hill Interamericana de España, 2002. 601 p.
- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. EE.UU: PMI, 2008. 393 P.