

# HERRAMIENTA COMPUTACIONAL PARA LA GESTIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS SOFTWARE ENMARCADOS EN ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN

## Computational Tool for Management and Assessment of Software Projects Under Research Activities

### RESUMEN

El presente artículo describe el diseño de una herramienta computacional para gestionar y evaluar la calidad de proyectos de desarrollo software derivado de actividades de investigación, teniendo en cuenta las características propias de este tipo de software y de la actividad de investigación como tal. Para ello, la herramienta evalúa los aspectos que involucran la gestión, el seguimiento y la evaluación de los recursos asignados. Utilizando diagramas de paquetes y de casos de uso se muestra la funcionalidad que debe tener, la cual ha sido diseñada a partir de directrices dadas por el estándar para la gestión de proyectos PMBOK®.

**PALABRAS CLAVES:** Calidad, Investigación, Proyecto, Software, PMBOK.

### ABSTRACT

*This paper describes the design of a computational tool to manage and assess the quality of software development projects resulting from research activities, taking into account the characteristics of this kind of software and research activity as such. To this end, the tool evaluates the aspects involving the management, monitoring and assessment of the resources allocated. Using package and use case diagrams shows the functionality it should have, which is designed based on guidelines provided by the standard for project management PMBOK®.*

**KEYWORDS:** PMBOK®, Project, Quality, Research, Software.

### 1. INTRODUCCIÓN

La realización de cualquier investigación incluyendo las de tipo académico, se caracteriza por presentar ciertos productos tangibles resultantes de su desarrollo. Estos productos son de diversa índole: 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.

En este contexto, incluir dentro de un proyecto de investigación el desarrollo de software como producto resultante tiene diferentes objetivos, siempre encaminados a servir de apoyo a la investigación. Dentro de éstos se encuentran:

- 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.

### NELSON ENRIQUE LEÓN MARTÍNEZ

Ingeniero de Sistemas,  
Candidato a M. E. en Informática  
y Ciencias de la Computación  
Universidad Industrial de  
Santander  
leonmartinez82@yahoo.com

### LUIS CARLOS GÓMEZ FLÓREZ

Ingeniero de Sistemas, M. Sc.  
Profesor Titular  
Universidad Industrial de  
Santander  
lcgomezf@uis.edu.co

### JORGE IVAN PIMENTEL RAVELO

Estudiante de Ingeniería de  
Sistemas,  
Universidad Industrial de  
Santander  
jorge\_i\_pimentel\_r@hotmail.com.

- 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.

Independientemente de la finalidad perseguida en una investigación al incluir el desarrollo de software, es importante que éste cumpla con características de calidad que garanticen un apoyo a la investigación que se está llevando a cabo y no constituya un problema más a resolver.

Obtener software de buena calidad permite volverlo a usar en otras investigaciones, bien sean de la misma entidad o de otras que trabajen temas similares. Este constante uso hace surgir nuevos requerimientos, generando la creación de nuevas versiones más completas, con lo cual no se convierten en esfuerzos e inversiones perdidos o con mínima retribución. Sería deseable que esta calidad estuviera respaldada por una

certificación en un estándar, sin embargo, los recursos económicos, de personal y de tiempo con los que cuentan las entidades dedicadas a la investigación hacen muy poco práctico llevar a cabo la implementación de diferentes normas de gestión y evaluación de calidad de software, tal y como están planteadas, máxime cuando en la mayoría de los casos la finalidad de estas entidades no es el desarrollo de software.

Esta situación le da sentido al planteamiento de un sistema de gestión y evaluación de la calidad de los desarrollos software resultante de actividades de investigación, apoyado en una herramienta computacional basada en normas internacionales, asumiendo los aspectos más relevantes para la naturaleza de estos proyectos.

La herramienta debe ser capaz de gestionar y evaluar la calidad de los aspectos desde los cuales se puede visualizar el desarrollo de software: desde su condición de proyecto, como proceso llevado a cabo y como producto obtenido, tal y como lo plantean diferentes autores y normas internacionales [1][2][3][4][5][6][7][8]. En este artículo se presenta la manera de gestionar y evaluar el primer aspecto, es decir, el desarrollo de software visto como ejecución de un proyecto, dejando para posteriores artículos la gestión y evaluación de la calidad de las otras dos formas de ver el software.

A continuación se presenta una descripción del estándar PMBOK® en cuanto a sus características y su estructura, el cual es tomado como base para el diseño de la herramienta. Posteriormente se muestra la estructura funcional de la misma, utilizando diagramas de casos de uso.

## 2. GESTIÓN DE PROYECTOS DE SOFTWARE BASADA EN PMBOK®

Un proyecto, según PMBOK®, es “un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único”<sup>1</sup> 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.

- 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 PBOOK®) [9] y la ANSI (ANSI/PMI 99-001-2008 Cuarta edición del PMBOK®)[10]

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 [4]:

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 [11].
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 las 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.

<sup>1</sup> PMI. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos cuarta edición, 2008, Cap. 1.

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 1 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.

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

Figura 1. Áreas del PMBOK®

### 3. HERRAMIENTA PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE SOFTWARE

Como se puede observar, en su condición de de proyecto, el desarrollo de software requiere llevar a cabo una buena cantidad de procesos para que su planeación y ejecución se dé de manera exitosa. Sin embargo, no basta solo con identificar los procesos y llevarlos a cabo, sino que además se debe mantener una buena base de documentación de los mismos, lo cual es una tarea

bastante dispendiosa para ser llevada a cabo por equipos de trabajo, frecuentemente limitados en personal y tiempo, como los grupos de investigación.

Basándose en PMBOK® y la metodología orientada a objetos, se puede establecer la estructura principal de una herramienta software que permita gestionar el desarrollo de software en su dimensión de proyecto. La estructura general está constituida por un primer módulo para la definición del proyecto, un segundo módulo que depende del anterior para realizar el seguimiento a las actividades y recursos asignados y un tercero para realizar la evaluación de calidad del proyecto. Esto se resume en la figura 2.

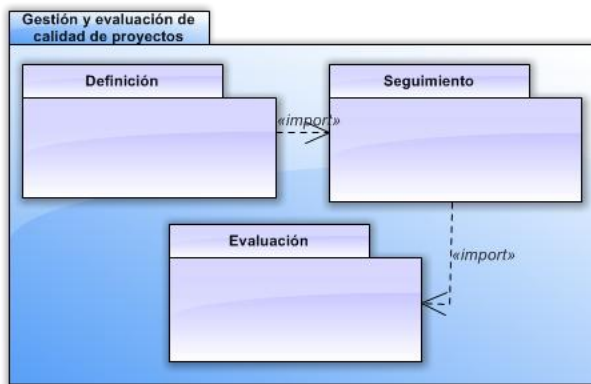


Figura 2. Estructura general de la herramienta

### 3.1. Definición del proyecto

Este módulo define una serie de formularios que permiten recolectar la mayor cantidad de información acerca del proyecto. El primero de ellos es el acta de constitución, en la cual se incluye: 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.

En segundo término, se establece el alcance del proyecto que contiene: 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.

Luego se hace un cronograma con las actividades a desarrollar. En este formulario se especifican las fechas de inicio y finalización del proyecto y de cada una de las actividades y sub-actividades, junto con el responsable de llevarlas a cabo.

Un siguiente paso es la estimación de los costos del proyecto. Es aconsejable separar los costos de personal de otros costos para identificar más fácilmente dónde hay sobrecostos y tomar las medidas necesarias. En los costos

de personal se especifica la dedicación en horas y el valor pagado por cada una de ellas. Es importante hacer esta estimación de costos de la manera más general pero completa posible para evitar inconvenientes durante la ejecución del proyecto.

En otro formulario se incluye 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.

Existe además un formulario para la identificación de los riesgos que pueden surgir en el proyecto. Es suficiente con tener un listado de éstos, un plan de contingencia y una valoración numérica del impacto que tendría si llegara a presentarse.

Este módulo finaliza con un formulario donde se da por terminado el proyecto, 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. La funcionalidad de este módulo se resume en la figura 3.

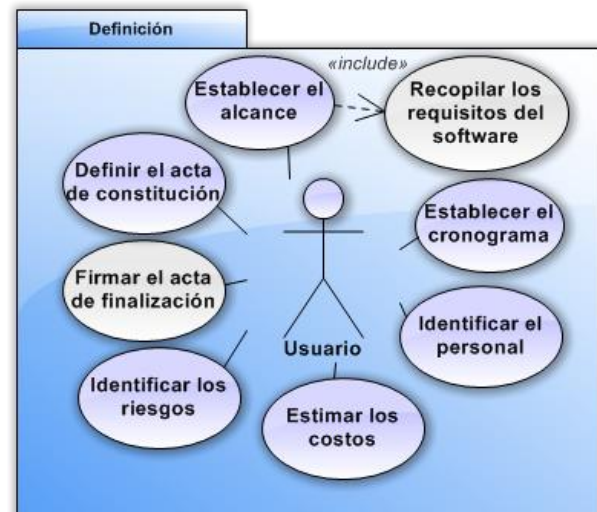


Figura 3. Módulo de definición.

### 3.2. Seguimiento al proyecto

Este es un conjunto de formularios que permiten llevar un registro de los sucesos dentro del proyecto. El primer formulario lo constituye el seguimiento al cronograma de actividades, en el cual se ingresa una fecha determinada y se establece el estado de la actividad (sin iniciar, iniciada, terminada, modificada, etc.). Adicionalmente, 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.

El segundo corresponde al seguimiento de los costos del proyecto, donde se ingresa para una fecha estipulada 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.

También se incluye un conjunto de formularios que permiten hacer el seguimiento a los requisitos, para los cuales en diferentes fechas se especifica el estado en el que se encuentran. Si el estado de un requisito es *Modificado*, se debe especificar el número de solicitud de cambio, la cual a su vez debe estar aprobada. Las solicitudes de cambio por su parte, se registran a través de un formulario que contiene la fecha, el nivel de prioridad dada por el usuario y la información del cambio a realizar. Además existe otro formulario donde se registra la labor de seguimiento a una solicitud de cambio, en el cual se registran la fecha de valoración, el encargado de realizar el cambio, el nivel de prioridad según la persona que lo debe hacer, las pruebas realizadas, la fecha de entrega de la solución, el medio de entrega y la firma de aceptación de quien la recibe.

Por último se encuentra un formulario en el cual se hace un seguimiento a los riesgos del proyecto. Si se presenta el riesgo, se describe el plan de contingencia que se debe seguir. El resumen de la funcionalidad del módulo de seguimiento se ilustra en la figura número 4.

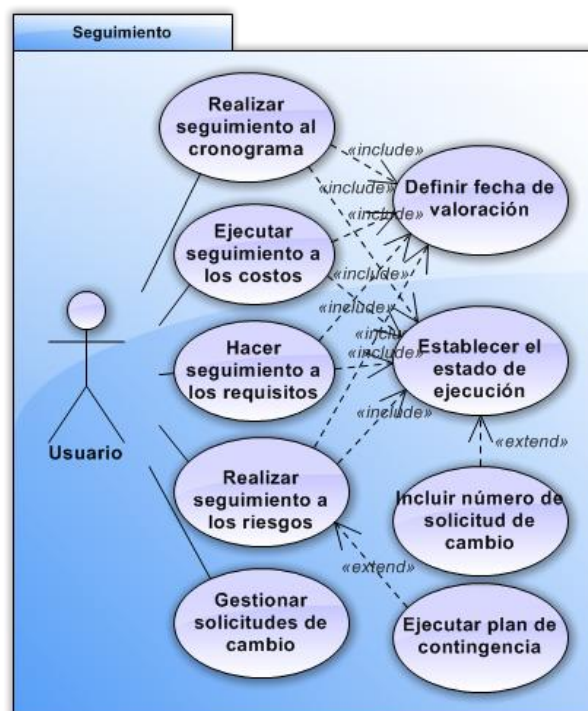


Figura 4. Módulo de seguimiento

### 3.3. Evaluación del proyecto

El tercer y último módulo corresponde a la evaluación de calidad del proyecto. Este módulo lo conforman dos formularios, de los cuales el primero se utiliza para definir la evaluación y el segundo es usado para registrar las mediciones realizadas.

En el formulario de definición de la evaluación se debe especificar el propósito, el alcance y los responsables de la misma. Luego se deben elegir los aspectos de la definición y seguimiento del proyecto que se desean evaluar, por ejemplo, el cumplimiento de objetivos y entregables, el cumplimiento en el manejo del dinero y del tiempo, el cumplimiento de los requisitos, etc. En este mismo formulario se establece una escala numérica de medición de estos aspectos; pueden ser valores entre 0 y 1, entre 0 y 100 o cualquier otra escala numérica de medición. Luego se asigna 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 requisito de evaluación. Es útil definir además 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 este mismo formulario también se debe definir un valor mínimo de aprobación del proyecto, una vez ponderados y evaluados todos los aspectos.

El segundo formulario se utiliza para la recolección de la información de las evaluaciones en diferentes fechas. Esta recolección se hace calificando los aspectos de la evaluación y luego de ponderarlos se obtiene el valor de

calificación del proyecto como totalidad. Tanto los valores de los aspectos evaluados individualmente como el valor obtenido del proyecto se comparan con los valores de referencia y se da un reporte de aceptación o no. La figura 5 resume la funcionalidad del módulo de evaluación.

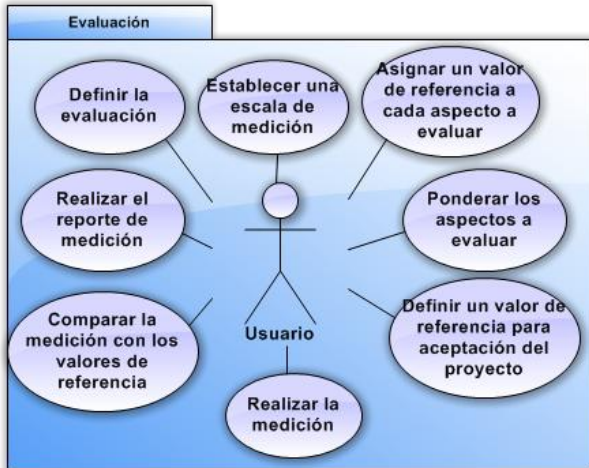


Figura 5. Módulo de evaluación

#### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Gestionar y evaluar la calidad de los aspectos de administración de proyectos involucrados en el desarrollo de un software resultante de actividades de investigación, implica el manejo ordenado de cierta cantidad de información como lo plantea el PMBOK®. Esta labor se hace más sencilla y completa si se tienen a disposición herramientas como la mostrada en el artículo y de la cual ya se ha realizado un prototipo en la Universidad Industrial de Santander- UIS, implementado en Visual Basic® .NET™.

Esta herramienta no pretende gestionar absolutamente todos los aspectos que la administración de proyectos recomienda, ni proporciona instrumentos para la estimación exacta de costos y tiempos de ejecución. Su objetivo es gestionar los aspectos básicos que un desarrollo software, a nivel de proyecto, debe tener para complementar su documentación.

Ahora bien, la valoración de la calidad de un desarrollo de software no se realizaría de manera adecuada si no se gestiona y evalúa la calidad, tanto del proceso llevado a cabo para su implementación como de los productos obtenidos. Estas dos funcionalidades también están incluidas en el prototipo implementado pero su diseño se mostrará en publicaciones posteriores.

Por último, se debe señalar que la herramienta implementada se está empezando a utilizar en la administración de los desarrollos llevados a cabo al interior de diferentes grupos de investigación de la UIS,

como el grupo de investigación en Sistemas y Tecnologías de la Información de la Escuela de Ingeniería de Sistemas y el grupo de investigación Recobro Mejorada de la Escuela de Ingeniería de Petróleos, planteándose la posibilidad a valorar más adelante de constituirlo en un referente de certificación de calidad para los desarrollos derivados de actividades de investigación y que se deseen registrar por la UIS.

#### 5. AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a la Universidad Industrial de Santander por facilitar la realización del presente trabajo mediante la financiación del proyecto de investigación “PROPUESTA DE UN MODELO PARA LA EVALUACIÓN DE CALIDAD DE PRODUCTOS SOFTWARE UTILIZADOS COMO APOYO A LA BIOMEDICINA”, registrado en la Dirección de Investigación y extensión de la Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas bajo el Código 5545.

#### 6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. Pressman, *Ingeniería del Software, un enfoque práctico*. España: McGraw-Hill Interamericana de España, 2005.
- [2] M. Piattini, F. García. *Calidad de Sistemas Informáticos*. México: Alfa Omega, 2007.
- [3] IEEE *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge SWEBOK 2004 Version*, IEEE, 2004.
- [4] PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos cuarta edición*. EEUU: PMI, 2008.
- [5] ISO. *Software process assessment- Part 1: Concepts and introductory guide*. Technical report ISO/IEC 15504-1, 1998.
- [6] ISO. *Software Life Cycle Process*. International standard ISO/IEC 12207, 2008.
- [7] ISO *Software engineering-Product Evaluation-Part 1: General overview*. International standard ISO/IEC 14598-1, 1999.
- [8] ISO. *Software engineering-Product Quality-Part 1: Quality model*. International standard ISO/IEC 9126-1, 2001.
- [9] IEEE. *Guide Adoption of PMI Standard - A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. International standard IEEE 1490, 2003.
- [10] ANSI/PMI 99/001/2008 , [Online], disponible en: <http://webstore.ansi.org/RecordDetail.aspx?sku=ANSI%2fPMI+99%2f001%2f2008> [Consulta: abril 10 de 2011].
- [11] The Standish Group. *The CHAOS Report (1994)*, 1995, [Online], disponible en: [http://www.standishgroup.com/sample\\_research/chaos\\_1994\\_1.php](http://www.standishgroup.com/sample_research/chaos_1994_1.php). [Consulta: enero 24 de 2011]