

MODELO DE SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA GESTIONAR PROYECTOS DE
INVESTIGACIÓN, SEGÚN LOS PARÁMETROS PROPUESTOS POR EL PMBOK

JAIME YESITH VALENCIA GALVÁN

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
BUCARAMANGA

2015

MODELO DE SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA GESTIONAR PROYECTOS DE
INVESTIGACIÓN, SEGÚN LOS PARÁMETROS PROPUESTOS POR EL PMBOK

JAIME YESITH VALENCIA GALVÁN

Ingeniero de sistemas

Trabajo de grado para optar el título de:

Magíster en ingeniería de sistemas

Director

ENRIQUE SARMIENTO MORENO

Ingeniero electricista

Magíster en pedagogía

Codirector

LUIS EDUARDO BECERRA ARDILA

Ingeniero industrial, MBA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMA
BUCARAMANGA

2015

Al Rey eterno, inmortal, invisible, al único sabio Dios, le doy honor, gloria y agradecimiento por sus segundas oportunidades,

A mi Tuti, la que amo con todo mi corazón,

A Juancho, por su amistad,

A mis padres, por su motivación,

A Yadira mi hermana mayor y Chichey a mi hermanita menor,

las llevo en mi corazón,

Al profesor Luis Eduardo, por su confianza,

Al profesor Enrique Sarmiento, por su ayuda y apoyo.

TABLA DE CONTENIDO

1. Oportunidad de investigación	16
1.1 Antecedentes	16
1.2 Justificación	18
1.2.1 Aplicación de un instrumento de medición	18
1.2.2 Revisión sistemática	21
1.3 Pregunta de investigación	22
1.4 Objetivos del proyecto	22
1.4.1 Objetivo general	22
1.4.2 Objetivos específicos	22
1.5 Productos esperados	23
1.5.1 Estado del arte	23
1.5.2 Un modelo y un sistema de información	23
1.5.3 Ponencia en un evento académico	23
1.5.4 Publicación de un artículo científico	23
1.6 Metodología casos de estudio.	23
1.6.1 Revisión sistemática	25
1.6.2 Planificar	26
1.6.3 Desarrollar instrumentos	26
1.6.4 Coleccionar los datos	26
1.6.5 Analizar y sintetizar	27
1.6.6 Desarrollo de un prototipo	27
2. Marco teórico	28
2.1 Gestión de proyectos de investigación	28
2.2 Sistemas de información para la gestión de proyectos	29
2.3 PMBOK	30
3. Aporte del PMBOK	31
3.1 Gestión de la integración	31
3.2 Gestión del alcance	34
3.2.1 Definir el alcance	34
3.2.2 Crear la EDT/WBS:	36
3.3 Gestión del tiempo	38
3.3.1 Definir y secuenciar las actividades	39
3.3.2 Estimar la duración de las actividades	40
3.3.3 Desarrollar y controlar el cronograma	41
3.4 Gestión de los costos	41

3.5 Gestión de la calidad	44
3.5.1 Plan de gestión de calidad	45
3.5.2 Métricas de calidad	45
3.5.3 Listas de verificación de calidad	45
3.6 Gestión de los recursos humanos	46
3.6.1 Adquisición de personal	47
3.6.2 Calendarios de recursos	48
3.6.3 Plan de liberación del personal	48
3.6.4 Necesidades de capacitación	48
3.6.5 Reconocimiento y recompensas	48
3.7 Gestión de las comunicaciones	50
3.7.1 Canales de comunicación	50
3.7.2 Matriz de gestión de comunicaciones	51
3.8 Gestión de los riesgos	52
3.8.1 Identificar los riesgos	53
3.8.2 Realizar el análisis cualitativo de riesgos	53
3.8.3 Realizar el análisis cuantitativo de riesgos	54
3.8.4 Planificar la respuesta a los riesgos	55
3.8.5 Mapa de riesgos	56
3.9 Gestión de las adquisiciones	57
3.10 Gestión de los interesados	59
3.10.1 Matriz de identificación de interesados	60
3.10.2 Matriz de interés poder	60
3.10.3 Matriz de análisis de interesados	61
4. Modelo del sistema de información	63
4.1 Modelo independiente de la computación (CIM)	63
4.2 Modelo independiente de la plataforma (PIM)	66
4.3 Modelo específico de la plataforma (PSM)	67
4.4 Modelo de implementación	67
4.4.1 Arquitectura del proyecto	68
4.4.2 Modelo de datos	71
4.4.3 Prototipos de interfaz de usuario	71
5. Conclusiones	74
6. Recomendaciones	77
7. Referencias bibliográficas	78

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1: Resultados de la gestión de proyectos.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 2: Metodología casos de estudio.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 3: Resumen del proceso de investigación.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 4: Relación entre las áreas de conocimiento.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 5: Casos de uso para la gestión de la integración.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 6: Diagrama entidad relación para la gestión de la integración.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 7: Diagrama de casos de uso para la gestión del alcance.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 8: Diagrama entidad relación para la gestión del alcance.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 9: Diagrama entidad relación para la gestión del tiempo.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 10: Diagrama entidad relación para la gestión de costos.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 11: Diagrama de casos de uso para planificar la gestión de la calidad.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 12: Diagrama entidad realidad para planificar la gestión de la calidad.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 13: Diagrama de casos de uso para la gestión de recursos humanos.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 14: Diagrama entidad relación para la gestión de recursos humanos.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 15: Mapa de comunicaciones.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 16: Diagrama entidad relación para la gestión de las comunicaciones.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 17: Proceso en la gestión de riesgos.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 18: Matriz de priorización de riesgos.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 19: Diagrama de casos de uso para la gestión de riesgos.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 20: Diagrama entidad relación para el manejo de riesgos.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 21: Diagrama entidad relación para la gestión de las adquisiciones.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 22: Matriz de interés poder.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 23: Modelo independiente de la computación.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 24: Proceso de formación de un investigador.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 25: Diagrama de casos de uso.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 26: Modelo específico de la plataforma.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 27: Paquete EAR.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 28: Paquete WAR.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 29: Paquete EJB.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 30: Prototipo que lista las personas.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 31: Prototipo para ingresar/editar personas.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 32: Clúster de temas.....</i>	<i>102</i>
<i>Figura 33: Mapa mundo.....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 34: Proceso de admisión.....</i>	<i>104</i>
<i>Figura 35: Estudiar el tema propuesto.....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 36: Evaluar el trabajo de grado.....</i>	<i>106</i>
<i>Figura 37: Evaluar la propuesta.....</i>	<i>107</i>
<i>Figura 38: Proceso de la maestría.....</i>	<i>108</i>

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Instrumento aplicado a estudiantes de maestría	83
Anexo 2: Respuestas al instrumento aplicado a estudiantes	87
Anexo 3: Instrumento aplicado a directores de proyecto	96
Anexo 4: Resumen de la revisión sistemática.....	99
Anexo 5: Modelado de procesos	104
Anexo 6: Modelo de datos	109
Anexo 7: Documento de requisitos del sistema	110

GLOSARIO

BPMN: Business Process Model and Notation (en español Modelo y notación de Procesos de Negocio) es una notación gráfica estandarizada que permite el modelado de procesos de negocio, en un formato de flujo de trabajo (workflow). BPMN fue inicialmente desarrollada por la organización Business Process Management Initiative (BPMI), y es actualmente mantenida por el OMG, después de la fusión de las dos organizaciones en el año 2005. Su versión actual, es la 2.0.2.

CIM: Por sus siglas Computation Independent Model, se refiere a un modelo de negocio o dominio porque utiliza un vocabulario que es familiar para los expertos en la materia. Presenta exactamente lo que se espera que el sistema de hacer, pero esconde toda la tecnología de la información y las especificaciones relacionadas, que han de permanecer independiente de cómo será ese sistema.

EAR: Por sus siglas Enterprise Archive, es un formato de archivo utilizado por Java EE para el envasado de uno o más módulos en un solo archivo para que el despliegue de los diferentes módulos en un servidor de aplicaciones ocurre simultáneamente y de manera coherente. También contiene archivos XML llamados descriptores de despliegue que describen cómo implementar los módulos.

EDT/WBS: Estructura de desglose del trabajo/Work breakdown structure, es una descomposición jerárquica orientada al entregable, del trabajo a ser ejecutado por el equipo de proyecto, para cumplir con los objetivos de éste y crear los entregables requeridos, con cada nivel descendente de la EDT representando una definición con un detalle incrementado del trabajo del proyecto.

EJB: Los Enterprise JavaBeans son una de las API que forman parte del estándar de construcción de aplicaciones empresariales J2EE (ahora JEE) de Oracle Corporation (inicialmente desarrollado por Sun Microsystems). Su especificación detalla cómo los servidores de aplicaciones proveen objetos desde el lado del servidor.

GESPROINV: Son las siglas del sistema de gestión de proyectos de investigación, este prototipo de software se desarrolló utilizando el patrón MVC y utilizando el lenguaje de programación Java. En él se pueden encontrar los módulos: integración, alcance, tiempo, costos, calidad, recursos humanos, comunicaciones, riesgos, adquisiciones e interesados.

MDA: La arquitectura dirigida por modelos (Model Driven Architecture) es un acercamiento al diseño de software, propuesto y patrocinado por el Object Management Group. MDA se ha concebido para dar soporte a la ingeniería dirigida a modelos de los sistemas de software. MDA es una arquitectura que proporciona un conjunto de guías para estructurar especificaciones expresadas como modelos.

MVC: El modelo–vista–controlador es un patrón de arquitectura de software que separa los datos y la lógica de negocio de una aplicación de la interfaz de usuario y el módulo encargado de gestionar los eventos y las comunicaciones. Para ello MVC propone la construcción de tres componentes distintos que son el modelo, la vista y el controlador, es decir, por un lado define componentes para la representación de la información, y por otro lado para la interacción del usuario. Este patrón de arquitectura de software se basa en las ideas de reutilización de código y la separación de conceptos, características que buscan facilitar la tarea de desarrollo de aplicaciones y su posterior mantenimiento.

OMG: El Object Management Group es un consorcio formado en 1989 dedicado al cuidado y el establecimiento de diversos estándares de tecnologías orientadas a objetos, tales como UML, XMI, CORBA y BPMN. Es una organización sin fines de lucro que promueve el uso de tecnología orientada a objetos mediante guías y especificaciones. El grupo está formado por diversas compañías y organizaciones con distintos privilegios dentro de la misma.

PIM: Por sus siglas Platform Independent Model, Es el segundo modelo a realizarse dentro de la metodología MDA. Un PIM exhibe un grado de independencia suficiente para permitir su mapeo a una o más plataformas. Esto se logra comúnmente mediante la definición de un conjunto de servicios de una manera que abstrae los detalles técnicos. Otros modelos a continuación, especifique una realización de estos servicios de una manera específica de la plataforma.

PMIS: Siglas en ingles de Project Management Information Systems, El software de administración de proyectos es un término utilizado en la ingeniería de software que cubre varios tipos de software, entre ellos el utilizado para la planificación de proyectos, manejo y control de presupuesto, asignación de recursos, software para colaboración, software para comunicación, manejo de la calidad y documentación o administración de sistemas, los cuales son usados para manejar la complejidad que conlleva un proyecto grande.

PSM: Por sus siglas Platform Specific Model, Es el tercer modelo a realizarse dentro de la metodología MDA. Un PSM combina las especificaciones en el PIM con los detalles necesarios para disponer la forma de un sistema utiliza un determinado tipo de plataforma. Si el PSM no incluye todos los detalles necesarios para producir una implementación de esta plataforma se considera abstracto (lo que significa que se basa en otros modelos explícitos o implícitos que sí contienen los detalles necesarios)

UML: Lenguaje Unificado de Modelado (por sus siglas en inglés, Unified Modeling Language) es el lenguaje de modelado de sistemas de software más conocido y utilizado en la actualidad; está respaldado por el OMG.

WAR: Un archivo WAR (de Web Application Archive - Archivo de aplicación web) es un archivo JAR utilizado para distribuir una colección de Java Server Pages, servlets, clases Java, archivos XML, librerías de tags y páginas web estáticas (HTML y archivos relacionados) que juntos constituyen una aplicación web.

XML: Siglas en inglés de eXtensible Markup Language ('lenguaje de marcas extensible'), es un lenguaje de marcas desarrollado por el World Wide Web Consortium (W3C) utilizado para almacenar datos en forma legible. Deriva del lenguaje SGML y permite definir la gramática de lenguajes específicos (de la misma manera que HTML es a su vez un lenguaje definido por SGML) para estructurar documentos grandes. A diferencia de otros lenguajes, XML da soporte a bases de datos, siendo útil cuando varias aplicaciones deben comunicarse entre sí o integrar información.

RESUMEN

Título:

MODELO DE SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA GESTIONAR PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN, SEGÚN LOS PARÁMETROS PROPUESTOS POR EL PMBOK¹

Autor:

JAIME YESITH VALENCIA GALVÁN²

Palabras clave:

Gestión de proyectos, PMBOK, Sistemas de información, Arquitectura dirigida por modelos

Descripción:

La gestión de proyectos en los grupos de investigación conlleva una serie de beneficios y aplicaciones, sin embargo se han evidenciado barreras y dificultades que impiden que se obtenga el mayor provecho de ellos. Esto se detectó gracias a una revisión sistemática alrededor del tema de gestión de proyectos de investigación, y a la aplicación de dos instrumentos de medición (uno a estudiantes de maestría y otro a directores de proyectos de investigación). Lo anterior motivó el desarrollo de esta investigación para así incorporar las mejores prácticas propuestas por el PMBOK. Así mismo se tuvo en cuenta la mejorada metodología para el desarrollo de sistemas de información y el aprovechamiento de sus beneficios para desarrollar un prototipo de un sistema de información relacionado. En el presente documento, se ilustra el proceso de investigación llevado a cabo, siguiendo la metodología casos de estudio y la arquitectura dirigida por modelos.

¹ Trabajo de investigación de maestría

² Facultad de ingenierías fisicomecánicas, escuela de ingeniería de sistemas e informática. Director Enrique Sarmiento Moreno. Codirector: Luis Eduardo Becerra Ardila.

ABSTRACT

Title:

INFORMATION SYSTEM MODEL FOR MANAGEMENT RESEARCH PROJECTS ACCORDING TO THE PARAMETERS PROPOSED BY PMBOK³

Author:

JAIME YESITH VALENCIA GALVÁN⁴

Keywords:

Project Management, PMBOK, information systems, Model Driven Architecture

Description:

Project management in research groups produces a number of benefits and applications; however, some barriers and difficulties have been detected, avoiding to take advantage of this wonderful tool. This was found due to a systematic review around the topic of project management research and the application of two measuring instruments (one with graduate students and other with directors of research projects). This encouraged the development of this research to be able to incorporate the best practices proposed by PMBOK. At the same time, and taking advantage of the new methodology to develop information systems, an information system was developed in order to reach the benefits and deliver a first version of a tool. In this paper, the research process carried is illustrated out, following the methodology of case studies and model driven architecture.

³Research project

⁴ Physical-Mechanical Engineering Faculty, Systems and Informatics Engineering School. Director: Enrique Sarmiento Moreno. Codirector: Luis Eduardo Becerra Ardila

INTRODUCCIÓN

La gestión de proyectos es aplicada de diferentes formas en varias profesiones y áreas desde hace tiempo atrás; y los proyectos de investigación realizados en los grupos de investigación al interior de las universidades no son ajenos a esta realidad. Entre los estándares internacionales para la gestión de proyectos se encuentra el PMBOK, el cual es ampliamente usado a nivel empresarial por sus beneficios y buenos resultados.

El presente documento muestra los resultados obtenidos del proyecto de investigación de maestría titulado “Modelo de sistema de información para gestionar proyectos de investigación, según los parámetros propuestos por el PMBOK”. En él se observa como el estándar internacional para la gestión de proyectos (PMBOK) se puede aplicar a la gestión de proyectos de investigación de tal forma que puede contribuir en la mejora de la gestión de dichos proyectos, igualmente se ilustra como las tecnologías de la información, especialmente los sistemas de información pueden soportar la gestión de los proyectos de investigación en los grupos de investigación.

Para describir el desarrollo del proyecto de investigación mencionado, el presente documento está organizado en seis (6) partes. En la primera parte, se describe la oportunidad de investigación, es decir, se mencionan los antecedentes, la justificación, los objetivos, los productos esperados y la metodología seguida en el trabajo. En la segunda parte se describe un resumen del marco teórico que soporta la investigación, tratando los temas de gestión de proyectos y sistemas de información para la gestión de proyectos. En la tercera parte se menciona el aporte que se toma del PMBOK para los proyectos de investigación, es decir, se describe cada área de conocimiento y se aplica en el presente proyecto. En la cuarta parte se define el sistema de información por medio de una serie de modelos propuestos por la metodología, también se define la arquitectura del proyecto, el modelo de datos y los prototipos de interfaz de usuario. Finalmente en la sexta parte se presentan las conclusiones de la investigación, así como las recomendaciones a seguir en trabajos futuros.

1. OPORTUNIDAD DE INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes

A continuación se mencionan, describen y analizan algunos trabajos de grado desarrollados alrededor de la temática de gestión de proyectos:

Título: Implementación e implantación del sistema de información CPGWEB 2.0 para gestión y control de proyectos de grado a través de la web, en la Escuela de Ingeniería de Sistemas

Descripción: El Sistema de Información CPG (Cadena Rivero & Ortega Gordillo, 2005), desarrollado por el grupo de desarrollo de software CALUMET como trabajo de grado en la EISI⁵ de la UIS⁶, tiene como propósito manejar la información relacionada con proyectos de grado y permitir su inscripción y evaluación vía Web. Este proyecto responde a las necesidades que tenía la EISI, de contar con una herramienta software que permitiera llevar un registro de los proyectos de grado desarrollados por estudiantes de la escuela y que sirviera de apoyo en los siguientes procesos: 1. Gestión de Proyectos. 2. Recepción y Evaluación de Solicitudes. 3. Publicación y Evaluación de Propuestas Para Temas de Proyecto. 4. Administración de Información. 5. Administración y Mantenimiento del Sistema. 6. Gestión de Grupos de Investigación.

Análisis: Este sistema de información está enfocado en la gestión que realiza la oficina de proyectos, en este caso el comité de proyectos de la EISI, y no en la gestión que se necesita que realice el equipo del proyecto (grupo de investigación, comité asesor, director y codirector del proyecto e investigador); es decir, está enfocado en gestionar los procesos administrativos que se deben surtir (inscribir, evaluar y calificar el proyecto), y no en el apoyo a la gestión del desarrollo y culminación del proyecto como tal, es decir, se propone realizar las siguientes mejoras:

- Estructurar y aprobar el plan del proyecto
- Definir y controlar las actividades del cronograma
- Gestionar las comunicaciones
- Gestionar los riesgos del proyecto
- Gestionar los costos del proyecto

⁵Escuela de ingeniería de sistemas e informática

⁶Universidad Industrial de Santander

Título: Diseño, implementación y puesta en funcionamiento de los módulos de ejecución, seguimiento y control, consultas e informes generales del sistema de gestión de proyectos UIS (Prada, 2011)

Descripción: Este trabajo se realizó para apoyar la gestión de la unidad de Bancos y Proyectos de Inversión de la oficina de Planeación de la Universidad Industrial de Santander, en él se diseñó y desarrolló una herramienta software orientada a Web, para el sistema de gestión de programas y proyectos de la UIS (SGPUIIS), dónde se puede gestionar los cambios que se presentan en la ejecución de un proyecto.

Análisis: Aunque es un sistema de gestión de proyectos en la UIS, no es funcional para el caso de proyectos de investigación, ya que el sistema está enfocado a gestionar solo los proyectos de inversión que se llevan a cabo en la oficina de planeación.

Título: Modelo de gestión para la administración de múltiples proyectos del Campo Escuela Colorado bajo los lineamientos del PMI⁷(Rueda, 2011).

Descripción: El trabajo propone un modelo de gestión para administrar proyectos, basado en las buenas prácticas definidas por el PMI, además el modelo permite guiar la gestión de los mismos a través de la oficina de proyectos

Análisis: A pesar de que el sistema fue desarrollado siguiendo el enfoque del PMI, los proyectos que se gestionan son proyectos relacionados con el sector productivo, específicamente en el área petrolífera.

Título: Sistema de información sobre investigación en la Universidad del Rosario

Descripción: Es un sistema de información que permite la recopilación de datos e información relacionada con la investigación de la Universidad de manera que se encuentre disponible. El sistema permite consultar información sobre los programas y proyectos de investigación que se realizan y los resultados por ellos generados. Consolida información de las investigaciones que se adelantan, además busca facilitar el seguimiento de la investigación y el registro del impacto que se está teniendo.

Análisis: Este sistema está enfocado en la gestión del conocimiento que se genera en torno al desarrollo de proyectos de investigación, no en la gestión de proyectos de investigación como tal.

⁷ Por sus siglas en inglés: Project Management Institute

Título: Sistema de información de la investigación de la Universidad Nacional de Colombia: Hermesoft

Descripción: Es un sistema de información utilizado por la Vicerrectoría de Investigación y las direcciones de investigación de cada uno de las sedes de la universidad. Este permite la administración de información de convocatorias y proyectos, así como su seguimiento. Además permite la consulta de información y generación de indicadores. Hermes se apoya en una base de datos de investigadores, grupos de investigación, proyectos, instituciones, evaluadores, líneas de investigación, etc.

Análisis: Este sistema es muy similar al desarrollado en la universidad del Rosario, por lo tanto se enfoca en la gestión del conocimiento generado por los proyectos de investigación, pero no en gestionar los proyectos de investigación como tal

1.2 Justificación

Luego de realizar dos actividades, la primera, aplicar un instrumento de medición a estudiantes de maestría, y a directores de proyectos de investigación; la segunda, realizar una revisión sistemática del estado del arte de la gestión de proyectos, se encontró que:

- Con la aplicación del instrumento de medición se encontró que la mayoría de los proyectos de investigación no están cumpliendo con el cronograma planteado, y que al planificar los proyectos no se tiene en cuenta la gestión de riesgos, de costos ni de las comunicaciones, todo lo anterior dificulta el cumplimiento del alcance del proyecto. Es por esto que en la presente investigación se propone crear una herramienta que apoye la gestión de los proyectos de investigación, con el fin de que se realice una mejor gestión de dichos proyectos, dada la necesidad evidente de una herramienta para tal labor.

- Con la revisión sistemática se encontró que el estándar internacionalmente aceptado por la comunidad científica para gestionar los proyectos es el PMBOK, el cual, luego de realizarle unos ajustes se puede aplicar a cualquier tipo de proyecto.

A continuación se describen estos aspectos.

1.2.1 Aplicación de un instrumento de medición

Un instrumento de medición es aquel artefacto, aparato, objeto, herramienta o estrategia con la cual se pueden recoger datos de las variables que interesa comparar o contrastar (Jiménes Morales & Preciado Coronado, 2006). Dentro de la técnica llamada encuesta, el mejor instrumento de medición es el cuestionario, el cual es un conjunto de preguntas de

una sola idea a la vez, redactadas en lenguaje convencional, no inducidas y ordenadas lógicamente.

El instrumento diseñado fue realizado con la herramienta Google Drive⁸; (este es un servicio de almacenamiento de archivos provisto por Google, el cual permite almacenar documentos en la nube, compartir archivos y diseñar encuestas y procesar las respuestas obtenidas), el cual consta de dos encuestas, una para aplicar a estudiantes de maestría, y otra para aplicar a los directores de proyectos, lo anterior en el contexto de la Universidad Industrial de Santander.

El alcance de la primera encuesta es comparar los resultados de la revisión sistemática, acerca de los problemas presentados en la ejecución de proyectos y conocer los problemas comunes que se presentan en los proyectos de investigación. Esta primera encuesta se encuentra en el anexo 1.

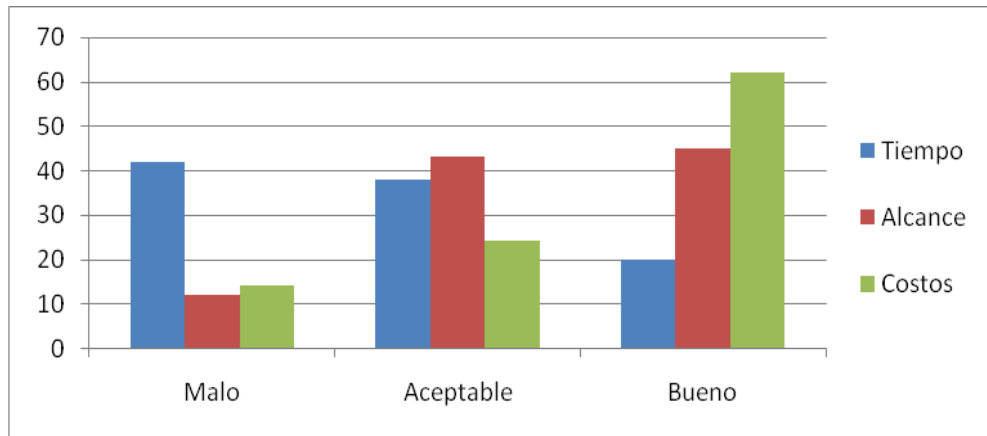
El alcance de la segunda encuesta es conocer la misma problemática, pero vista desde la perspectiva de los directores de proyectos, además conocer cuál sería la caracterización de las fases que se desarrollan en los proyectos de investigación, para contrastarlas con las fases propuestas por el PMBOK, y finalmente proyectar y ajustar las áreas de conocimiento propuestas por el PMBOK a los proyectos de investigación de la Maestría en Informática de la EISI. Esta segunda encuesta se encuentra en el anexo 3.

La primer encuesta fue respondida por 39 estudiantes de maestría en ingeniería de sistemas y maestría en ingeniería industrial de la Universidad Industrial de Santander, y contaba con 10 preguntas; la pregunta 6 decía: De acuerdo al estado actual de su investigación, califique la gestión que le ha dado a cada uno de los siguientes ítems: Tiempo, Alcance y Costos; los resultados se muestra en la figura 1.

En ella se observa que el 42 % de los estudiantes realizaron una mala gestión del tiempo en sus proyectos, el 38% la realizaron aceptable, y sólo el 20% la realizaron buena; que el 12 % realizaron una mala gestión del alcance del proyecto, y un 43 % la realizaron aceptable; y más del 60 % realizaron una buena gestión de costos.

⁸Sitio oficial: <https://drive.google.com/>

Figura 1: Resultados de la gestión de proyectos



También se encontró que:

- El 53 % de los encuestados iniciaron el desarrollo del proyecto en el segundo año, es decir, en el cuarto semestre, lo cual es preocupante, ya que se espera que este desarrollo se inicie en el segundo semestre.
- El 50 % de los encuestados tuvieron un nivel de dificultad Alto al momento de evaluar los métodos de investigación apropiados.
- El 68 % de los encuestados no ha cumplido con el cronograma de investigación. Esta es otra de las razones por las que durante el presente proyecto se hará énfasis en la gestión del tiempo.

La segunda encuesta fue respondida por profesores que cuentan con más de 20 años de experiencia en la dirección de proyectos, específicamente en dirección de proyectos de investigación; de sus respuestas se pudo caracterizar las fases en las que se desarrollan los proyectos de investigación.

Hay que tener en cuenta que estas fases son aplicables a proyectos que tienen un alto componente de investigación en áreas de tecnologías y sistemas de información. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Caracterización de las fases

Fase	Tiempo estimado (meses)	Nivel de dificultad
Revisión de la literatura	4	Normal
Formulación de la propuesta	2	Alta
Ejecución	4	Alta
Evaluación de resultados	1	Normal
Documentación final	1	Normal

1.2.2 Revisión sistemática

Los investigadores están inundados con cantidades inmanejables de información, lo que ocasiona dificultad al momento de encontrar aquella información que es relevante para su investigación; es por esto que se necesita realizar una revisión sistemática, ya que se integra eficientemente información válida y se provee información básica para la toma de decisiones (Mulrow, 1994).

La Revisión sistemática establece que los resultados de un investigador son consistentes y pueden ser generalizados a través de publicaciones, siempre y cuando se tengan en cuenta las consideraciones particulares de cada investigación realizada.

La revisión sistemática no es útil cuando se abordan temas muy particulares, o temas que son emergentes, ya que luego de realizar las búsquedas de dicha información en los índices de las bases de datos, se consiguen pocos resultados, y de esta manera no es posible acumular evidencia concreta que aporte confiablemente a la investigación en curso; en cambio sí es útil cuando se tratan temas generales, ya que así se encuentra abundante documentación, y de esta forma se puede empezar a limitar los resultados hasta obtener información relevante del tema que se investiga (Petticrew & Roberts, 2006). Un resumen de la forma como se realizó la revisión sistemática se encuentra en el anexo 4.

Luego del estudio de los documentos más relevantes, producto de esta revisión sistemática, se pudo obtener información importante, la cual se constituye en un fundamento para la investigación. A continuación se describen algunos de los hallazgos más significativos.

- La gestión de proyectos se desarrolla y se define en 1950, ahí surgió la profesión de director de proyectos, representada por el PMI⁹ el cual tiene más de 130.000 miembros; similar a ella, pero más pequeña surge el IPMA¹⁰(Williams, 2005).
- Debido a lo anterior los negocios han incrementado su priorización en el desarrollo de proyectos; a pesar de esto, se han presentado inconvenientes, pues en 6.700 proyectos desarrollados por 500 empresas el 24% de dichos proyectos fueron cancelados y el 17% presentaron sobrecostos (Davis & Venkatesh, 2004); de acuerdo con otro estudio, de los proyectos terminados que cumplen con el tiempo y con el presupuesto, sólo el 25 % de ellos logran satisfacer al cliente (Mahaney & Lederer, 2003).

⁹ Por sus siglas en inglés: Project Management Institute

¹⁰Por sus siglas en inglés: International Project Management Association

- Los PMIS¹¹ son considerados como ventajas en ambientes competitivos, y estos deberían proveer a los directores de proyectos criterios para la toma de decisiones, soporte para la planeación, organización y control de proyectos. La mayoría de directores de proyectos están insatisfechos con la información producida por los PMIS (Caniëls & Bakens, 2010).
- Software potente para la administración de proyectos se ha convertido en un prerrequisito para administrar los proyectos más eficientemente y efectivamente y ayuda a los administradores de proyectos a tomar sus decisiones (Lee & Yu, 2012; Raymond & Bergeron, 2008).
- Para que un sistema de información en administración de proyectos sea satisfactorio, debe: ser un sistema de calidad, tener información de calidad, usar la información, lograr satisfacción del usuario, tener un impacto individual y organizacional (Rose, Pedersen, Hosbond, & Kræmmergaard, 2007).

1.3 Pregunta de investigación

¿Qué características debería tener un modelo de sistema de información de gestión de proyectos de investigación de maestría, que incorpore a los interesados, a las áreas de conocimiento y sea funcional?

1.4 Objetivos del proyecto

1.4.1 Objetivo general

Diseñar un modelo de un sistema de información para la gestión de proyectos de investigación de maestría utilizando la guía PMBOK

1.4.2 Objetivos específicos

1. Describir el ciclo de vida de los proyectos de investigación a través de instrumentos de captura de datos, y literatura, con el fin de encontrar elementos relevantes que sirvan para la adaptación del PMBOK.
2. Establecer las principales características del PMBOK que se pueden aplicar a la gestión de los proyectos de investigación de maestría, por medio de la aplicación de instrumentos de medición, para el posterior modelado.
3. Definir las especificaciones iniciales de los mecanismos para recopilar, almacenar, procesar y reportar información de las entidades involucradas en el ciclo de vida de los proyectos, y la infraestructura tecnológica que permita el desarrollo de un prototipo.

¹¹ Por sus siglas en inglés: Sistemas de información para la gestión de proyectos

4. Realizar las especificaciones de un sistema de información para la gestión de proyectos de maestría, por medio de la realimentación obtenida luego del desarrollo y pruebas que se realicen a un prototipo software.

1.5 Productos esperados

1.5.1 Estado del arte

Sobre la gestión de proyectos, los sistemas de información, los sistemas para la gestión de proyectos y el PMBOK, dicho estado del arte se encuentra en el capítulo 2 del presente documento.

1.5.2 Un modelo y un sistema de información

Un modelo de un sistema de información para la gestión de proyectos de investigación y un prototipo de software mostrando las principales funcionalidades del modelo del sistema de información y que permita la realimentación de las especificaciones por parte de los interesados, es mostrado en el anexo 7 del presente documento.

1.5.3 Ponencia en un evento académico

Este evento fue avalado por la VIE¹², y patrocinó los viáticos. La ponencia se realizó en Medellín en el congreso llamado “Ingeniar UPB¹³” llevado a cabo en octubre del 2013.

1.5.4 Publicación de un artículo científico

El artículo producto de esta investigación, fue publicado en una revista indexada por Colciencias llamada “Scientia et Technica¹⁴”, el artículo fue publicado en el número 4 del 2013, titulado: Modelo de sistema de información para apoyar la gestión de proyectos de investigación en grupos de investigación¹⁵

1.6 Metodología casos de estudio.

El término casos de estudio, tiene múltiples significados: puede ser usado para describir una unidad de análisis o para describir un método de investigación. El método de investigación casos de estudio, es el método cuantitativo más común usado en la investigación de sistemas de información (Alavi, M., Carlson, 1992), en la figura 2 se muestran los pasos a seguir en la metodología casos de estudio.

¹²Vicerrectoría de Investigación y Extensión

¹³Sitio oficial: <http://ingeniar.upb.edu.co/>

¹⁴Sitio oficial: <http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia>

¹⁵Link del artículo: <http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/8887>

Un caso de estudio indaga investigaciones de fenómenos contemporáneos, en un contexto de la vida real, especialmente cuando los límites entre el fenómeno y el contexto no están claramente evidenciados (Yin, 2004).

Claramente éste método está particularmente bien adaptado a la investigación de sistemas de información, ya que es propio del objeto de la disciplina (sistemas de información) en organizaciones en vez de especificaciones técnicas (Benbasat, Goldstein, & Mead, 2012).

Un diseño de caso de estudio debería ser considerado cuando (a) el foco del estudio está en responder preguntas de “cómo” y “porqué”; (b) no se puede manipular el ambiente de aquellos que están involucrados en el estudio, (c) se van a cubrir condiciones del contexto porque se cree que son relevantes en el fenómeno de estudio o (d) los límites del fenómeno y el contexto son claros (Baxter & Jack, 2008; Yin, 2012).

Figura 2: Metodología casos de estudio



Una diferencia fundamental entre los casos de estudio y aquellos métodos alternativos es que el investigador del caso de estudio puede tener un conocimiento previo de qué variables serán de interés y cómo serán medidas (Benbasat et al., 2012; Yin & Gwaltney, 1982).

Algunas de las ventajas de usar esta metodología son (Murillo et al., 2003):

- Los datos del estudio de casos proceden de las prácticas y experiencias de las personas y se consideran fuertemente basados en la realidad.

- El estudio de casos permite las generalizaciones de una instancia concreta a un aspecto más general.
- El estudio de casos permite al investigador mostrar la complejidad de la vida social. Los buenos estudios de casos se generan sobre esto para explorar significados e interpretaciones alternativas.
- El estudio de casos puede ofrecer fuentes de datos de los que se pueden hacer análisis posteriores. Por consiguiente, se pueden archivar para futuros trabajos de investigación.

Algunas desventajas de usar esta metodología son (Murillo et al., 2003):

- La mera complejidad de un caso puede dificultar el análisis. Esto es particularmente cierto debido a que la naturaleza holística de un estudio de casos significa que el investigador a menudo es consciente de las conexiones entre los diversos eventos, variables y resultados. En consecuencia, todo parece ser relevante. Pero no lo es y escribir como si lo fuera no constituye buena investigación.
- Aunque la contextualización de los aspectos del caso refuerza esta forma de investigación, es difícil saber dónde comienza y dónde termina el “contexto”.

La metodología casos de estudio sigue los pasos mostrados en la figura 2. A continuación se mencionan y describen brevemente los pasos de la metodología casos de estudio (Baxter & Jack, 2008; Stake, 2010).

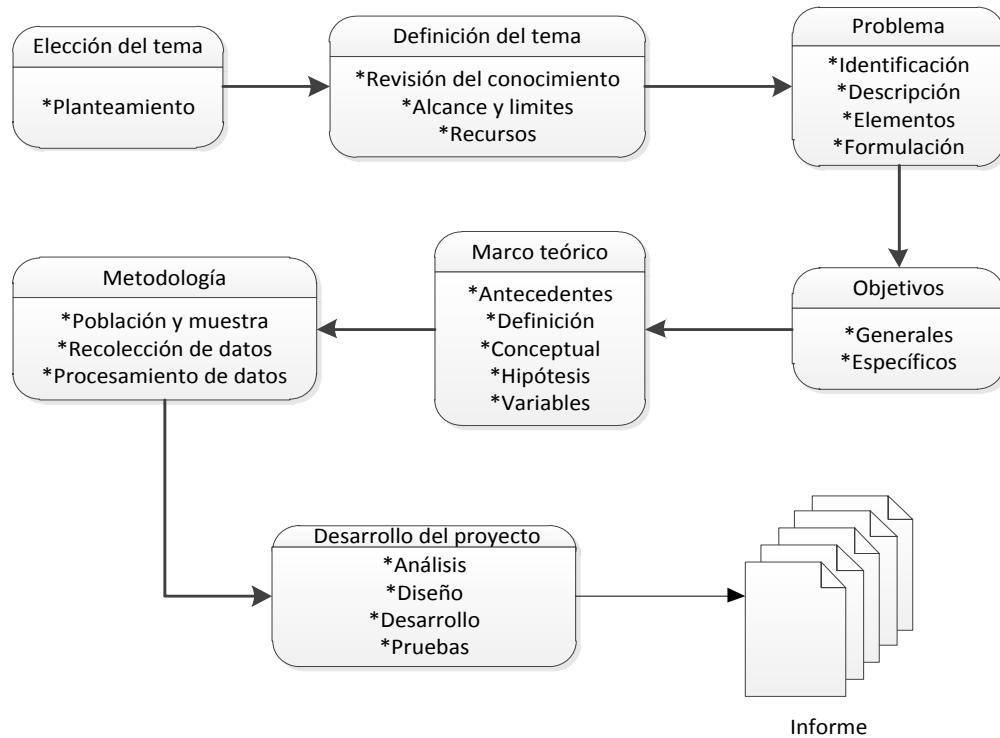
1.6.1 Revisión sistemática

Antes de iniciar formalmente con la metodología casos de estudio, se profundizó en el estado del arte, para ello se realizó una revisión sistemática de los siguientes temas: Gestión de proyectos, sistemas de información para la gestión de proyectos, arquitectura dirigida por modelos y modelado de sistemas de información, con el fin de sentar las bases teóricas y prácticas que sustentan el proyecto de investigación.

Además de profundizar en estas bases teóricas, se realizó un análisis del PMBOK, en el que se definió y estructuró las fases de los proyectos de investigación, y las áreas de conocimiento que se aplican a los proyectos de investigación.

La figura 3, adaptada de (Tamayo y Tamayo, 2003) resume el proceso de investigación; en esta figura se muestra el modelo de los pasos a seguir durante el desarrollo de una investigación científica. Esta gráfica muestra la serie de pasos a seguir desde la elaboración del tema, pasando por el planteamiento del problema, hasta el informe final.

Figura 3: Resumen del proceso de investigación



1.6.2 Planificar

En esta etapa se identificaron los interesados (las personas encargadas de la realización de la toma de decisiones, de realizar las tareas operativas y demás roles involucrados), se pueden realizar lluvias de ideas acerca de un tema especial (sectores en los que el modelo a desarrollar entrará a apoyar), identificar la información necesaria y los documentos para la revisión (Neale, Thapa, & Boyce, 2006).

1.6.3 Desarrollar instrumentos

Se procedió a desarrollar dos encuestas con un listado de preguntas. Hay que tener en cuenta que es probable que se necesiten guías para los instrumentos dentro de cada grupo de interesados, pues las preguntas posiblemente serán diferentes (Perry, Sim, & Easterbrook, 2006).

1.6.4 Coleccionar los datos

Para realizar esta actividad se reunieron todos los documentos relevantes de la investigación (respuestas de las encuestas, proyectos de grado, reglamento de posgrado, entre otros). Se debe tener en cuenta la confidencialidad de la información, pues si hay total libertad se podría hacer un cuadernillo de notas, grabaciones de voz y/o video (Yin & Heald, 1975).

1.6.5 Analizar y sintetizar

En esta etapa se revisaron los documentos relevantes, las entrevistas y los datos de las encuestas.

Un peligro asociado con la fase de análisis es que cada fuente de datos podría ser tratada independientemente y reportar los hallazgos separadamente (Yin, 1981).

1.6.6 Desarrollo de un prototipo

Con base en el análisis realizado a los instrumentos, en esta fase se desarrolló un prototipo de software llamado GesProInv¹⁶, donde se muestran las principales funcionalidades del sistema de información que se diseñó, y se espera que su uso permita refinar las especificaciones indicadas en el DRS¹⁷ para un futuro desarrollo de un sistema de información. Esto se realizó utilizando la arquitectura dirigida por modelos.

¹⁶ Por sus siglas: Gestión de Proyectos de Investigación

¹⁷ Por sus siglas: Documento de Requisitos del Sistema

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Gestión de proyectos de investigación

La gestión de proyectos es un dominio profesional que está recibiendo una atención creciente durante las últimas décadas y ahora es considerado un concepto clave por las ciencias de la administración para entender y desarrollar las organizaciones (Tavares, 2002).

La gestión de proyectos, se basa en el intercambio oportuno de información y en la disponibilidad adecuada de recursos, opciones de programación asociados, y los costos relacionados y beneficios. Al mismo tiempo, dicha información, o falta de ella, también puede afectar el comportamiento de los directores de proyectos de manera que no lo hacen directamente centrarse en los objetivos de trabajo, pero sin embargo afectar al rendimiento (Bendoly & Swink, 2007).

La mayoría de las decisiones en las investigaciones (en particular proyectos de investigación y desarrollo), son caracterizadas por la incertidumbre acerca de sus futuros hallazgos. Una vez el dinero es gastado no se puede recuperar si los ingresos esperados no se materializaron. Usualmente las empresas tienen algo de libertad de acción en el tiempo de investigación, esto es adecuado pero no es obligatorio (Huchzermeier & Loch, 2012).

Los países de Europa central y del este, se han cambiado de una economía planeada y centralizada clásica, a una economía transicional moderna, con fuertes aspectos de mercado. El tradicional costo beneficio no responde a esta transición, de hecho, el análisis costo beneficio solamente está interesado en un proyecto específico y no en una competencia entre proyectos, además los objetivos tienen que ser trasladados a términos monetarios brindando algunas veces consecuencias inmorales no deseadas (Brauers & Zavadskas, 2010).

El modelo de gestión de proyectos, propuesto por (Pich, Loch, & Meyer, 2012) permite identificar que tienen en común los enfoques clásicos de planeación de proyectos. El método de la ruta crítica, redes estocásticas y árboles de decisión asumen una estructura de información suficiente, donde todos los posibles eventos pueden ser anticipados, con estos enfoques es mejor depender del costo de la información.

Respecto a la gestión de proyectos dinámicos (proyectos que son gestionados usando dinámica de sistemas), (Lyneis & Ford, 2007) mencionan que las causas de las fallas en dichos proyectos son: los ciclos de retrabajo, los controles de proyectos y el efecto dominó; dichas causas están casi por completo y adecuadamente representadas en los modelos existentes de proyectos; como por ejemplo el PMBOK, sobre todo respecto a los

controles para lograr un rendimiento y cumplimiento del cronograma. Para superar dichas fallas (Park & Peña-Mora, 2003) introducen el concepto de administración dinámica del cambio para definir la planificación y el control; esta administración dinámica del cambio se enfoca en capturar los procesos que causan realimentación por cambios en la planificación y así minimizar su impacto.

2.2 Sistemas de información para la gestión de proyectos

Las tecnologías y los sistemas de información muestran una importancia en el mundo económico, y esto es prácticamente evidente; pocos cambios estructurales en la economía vendrán sin las ventajas de las tecnologías y los sistemas de información (Pitsis, Clegg, Marosszeky, & Rura-Polley, 2012), por ejemplo en la industria de las aerolíneas los sistemas de información han ayudado a prosperar dichas organizaciones.

Establecer un modelo satisfactorio de un sistema de información específico es crítico, debido a la definición de un sistema de información satisfactorio (Lee & Yu, 2012). Con base en modelos PMIS satisfactorios, (Raymond & Bergeron, 2008) propone cinco constructos: calidad de los PMIS, calidad de la información de salida de los PMIS, uso de los PMIS, el impacto individual de los PMIS, y el impacto de los PMIS en proyectos satisfactorios.

Los PMIS son una de las claves de las tecnologías de información y juegan un papel importante, tanto que contar con un software potente para la gestión de proyectos se ha convertido en un prerrequisito para administrar proyectos más eficiente y efectivamente (Lee & Yu, 2012). La ventaja de un sistema de información es que ayuda a promover la productividad por el procesado eficiente y a que provee la información necesaria a una organización y soportando eficientemente el rendimiento de su trabajo.

El uso de PMIS es considerado como una ventaja para los administradores de proyectos debido a la contribución sobre la toma de decisiones y el éxito del proyecto, además la implementación de PMIS en un ambiente multiproyecto puede ayudar a lograr una asignación realista al proyecto, lo cual es una estrategia efectiva cuando se administran múltiples proyectos (Caniëls & Bakens, 2010), como es el caso de los grupos de investigación, en los cuales se desarrollan proyectos en paralelo, los cuales comparten el mismo director de proyecto.

El concepto de sistema de información satisfactorio es ampliamente aceptado para la evaluación de sistema de información (Lee & Yu, 2012). Un modelo satisfactorio propuesto por (DeLone & McLean, 2003) presenta seis factores relacionados con sistemas de información satisfactorios: (1) calidad del sistema: medida de la información procesada por el mismo sistema, (2) calidad de la información: medida de las salidas del sistema de información, (3) uso: consumo de las salidas del sistema de información, (4) satisfacción

del usuario: respuesta acerca del uso de las salidas del sistema de información, (5) impacto individual: el efecto de la información en el comportamiento del recipiente y, (6) impacto organizacional: efecto de la información en el rendimiento organizacional.

Según los hallazgos de (Keil, Rai, Ellen, Mann, & Zhang, 2003) la escalabilidad en proyectos de software es un fenómeno complejo, y la mayoría de los modelos sofisticados necesitan un enfoque de escalabilidad más complejo. Desde la perspectiva de investigación esto sugiere que se debe prestar más atención en el desarrollo de teorías enriquecidas de escalabilidad, que incorporen constructos o nuevos conceptos de la gestión de proyectos.

2.3 PMBOK

El Project Management Institute (PMI) fue fundado en Estados Unidos en 1969 por un grupo de cinco ingenieros y analistas que desempeñaban la profesión de la dirección de proyectos y que pretendían promover dicha profesión. Los objetivos que perseguían a través de la creación de este organismo eran:

- Conseguir un reconocimiento de la profesión de la dirección de dirección y gestión de proyectos
- Dotar a sus profesionales de un foro de libre intercambio de problemas, soluciones y aplicaciones de la dirección y gestión de proyectos
- Coordinar los esfuerzos en las investigaciones empresariales y académicas con el objetivo de encaminar estos esfuerzos hacia aplicaciones y solución de problemas empresariales.
- Desarrollar y difundir la terminología común en aras de mejorar la comunicación entre las partes implicadas en los sistemas de dirección y gestión de proyectos.
- Dotar de guías para la educación y la implementación de certificaciones de profesionales de la dirección y gestión de proyectos.

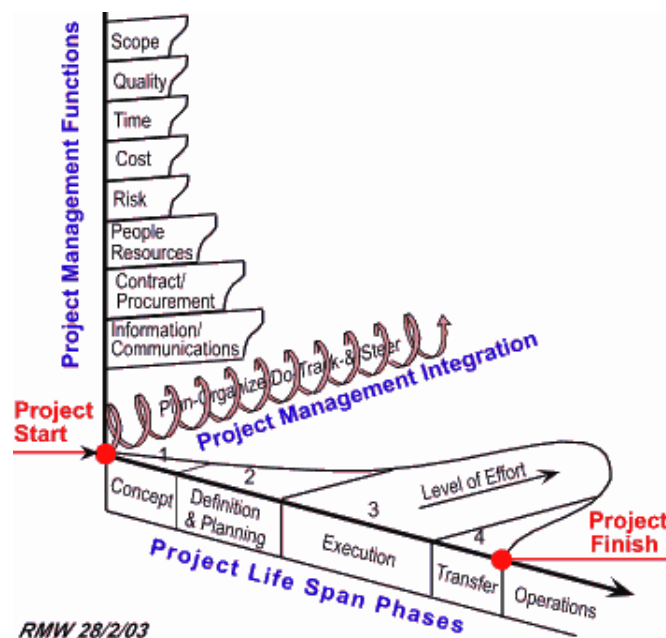
En 1976 el PMI estableció su primer Project Management Body of Knowledge (PMBOK), documento que recogía la mayor parte de las prácticas de gestión que se aplicaban de manera común a la mayoría de los proyectos. Sin embargo hasta mediados de los años ochenta empezó a utilizarse como base para el programa de certificación de directores de proyectos.

3. APORTE DEL PMBOK

En 1976 el PMI estableció su primer Project Management Body of Knowledge (PMBOK), documento que recogía la mayor parte de las prácticas de gestión que se aplicaban de manera común a la mayoría de los proyectos. Sin embargo hasta mediados de los años ochenta empezó a utilizarse como base para el programa de certificación de directores de proyectos.

La figura 4 tomada de (Wideman 2003) ilustra las relaciones entre las áreas de conocimiento de la gestión de proyectos, el ciclo de vida del proyecto y los grupos de procesos que están presentes en el proyecto.

Figura 4: Relación entre las áreas de conocimiento



En la guía se establece la distinción entre grupos de procesos y áreas de conocimiento, a los que se dedica dos partes diferenciadas de ella. Sin embargo, en la descripción de las actividades que se desarrollan en cada una de las áreas de conocimiento y su aplicación en los proyectos de investigación, se muestra a continuación.

3.1 Gestión de la integración

La gestión de la integración del proyecto (PMBOK, 2014) incluye los procesos y actividades necesarios para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de dirección del proyecto dentro de los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos.

En el contexto de la dirección de proyectos, la integración incluye características de unificación, consolidación, comunicación y acciones integradoras cruciales para que el proyecto se lleve a cabo de manera controlada, de modo que se complete, que se manejen con éxito las expectativas de los interesados y se cumpla con los requisitos.

La Gestión de la Integración del Proyecto implica tomar decisiones en cuanto a la asignación de recursos, equilibrar objetivos y alternativas contrapuestas y manejar las interdependencias entre las Áreas de Conocimiento de la dirección de proyectos.

Los procesos de la dirección de proyectos se presentan normalmente como procesos diferenciados con interfaces definidas, aunque en la práctica se superponen e interactúan entre ellos de formas que no pueden detallarse en su totalidad dentro de la Guía del PMBOK.

En la gestión de la integración del proyecto, se debe desarrollar el acta de constitución, este es un proceso en el que se desarrolla un documento que autoriza formalmente la existencia de un proyecto y confiere al director del proyecto la autoridad para asignar los recursos de la organización a las actividades del proyecto.

En el contexto de los proyectos de investigación, esta acta de constitución se refiere a la aprobación del plan de trabajo. Según el estándar que guía esta investigación, se recomienda que el director del proyecto participe en la elaboración del acta de constitución del proyecto, es decir, en el plan de proyecto, ya que tendrá la autoridad para asignar los recursos a las actividades del proyecto.

Los proyectos deben ser autorizados por alguien externo al proyecto, tal como un patrocinador del proyecto, una oficina de dirección de proyectos o un comité ejecutivo del portafolio.

En el contexto de los grupos de investigación, el ente que se encarga de aprobar el proyecto, son los evaluadores del proyecto, esos son asignados por la coordinación del programa,

El acta de constitución del proyecto, o plan de proyecto de investigación, debe documentar las necesidades comerciales, el conocimiento actual de las necesidades del cliente y el nuevo producto, servicio o resultado que el proyecto debe proporcionar,

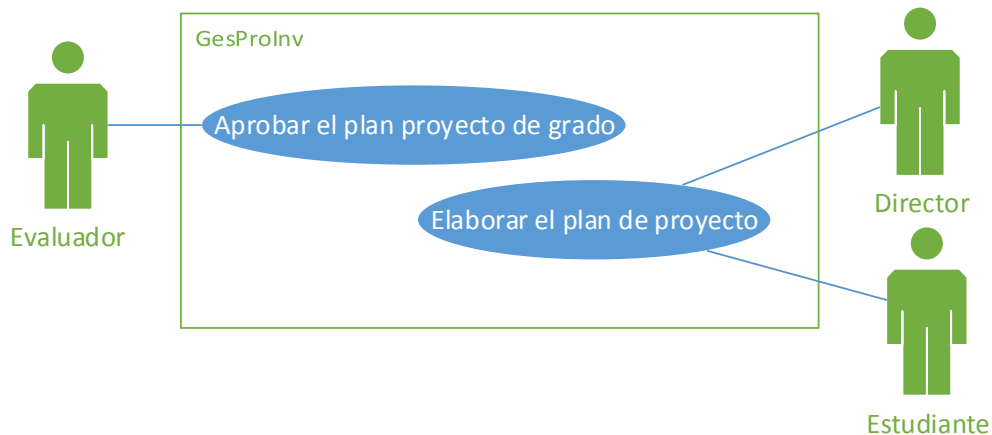
En la tabla 2 se muestran los ítems esperados que debería tener el acta de constitución del proyecto, y los ítems que comúnmente son presentados en los planes de proyecto de grado.

Tabla 2: Comparación entre lo esperado y lo realizado

Lo que se debe proporcionar	Comúnmente realizado en el plan de proyecto
El propósito o justificación del proyecto	Justificación de la investigación
Los objetivos medibles del proyecto, los criterios de éxito relacionados y los requisitos de alto nivel	Objetivo general y objetivos específicos
La descripción del proyecto de alto nivel	Objetivo general y objetivos específicos
Los riesgos de alto nivel	Según la aplicación de un instrumento el 66% de los proyectos no consideran la gestión de los riesgos
Un resumen del cronograma de hitos	Cronograma de la investigación
Un resumen del presupuesto	Presupuesto de la investigación
Los requisitos de aprobación del proyecto	Ajustes sugeridos por parte de los evaluadores de la propuesta
El director del proyecto asignado, su responsabilidad y su nivel de autoridad	Director del proyecto, se asume que su responsabilidad está presente a lo largo del desarrollo del proyecto
El nombre y el nivel de autoridad del patrocinador o de quienes autorizan el acta de constitución del proyecto	Evaluadores de la propuesta

En la figura 5 se muestra un diagrama de casos de uso para el área de conocimiento de gestión de la integración del proyecto, en ella se observan los principales actores de esta área de conocimiento: el director, el estudiante y el evaluador del plan, también se muestran las actividades principales que debe realizar cada actor dentro del sistema.

Figura 5: Casos de uso para la gestión de la integración



En la figura 6 se muestra un diagrama entidad relación para la gestión de la integración, en ella se observan los atributos y las relaciones de cada una de las entidades involucradas dentro del sistema GesProInv¹⁸. Dentro de los atributos se destacan los datos generales del proyecto, como lo son los objetivos, el cronograma y el presupuesto; y los datos del director y del codirector. Estos atributos permitirán llevar un control y seguimiento a los proyectos que se lleven a cabo al interior de la maestría.

3.2 Gestión del alcance

La gestión del alcance del proyecto incluye los procesos necesarios para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido y únicamente el trabajo para completar el proyecto con éxito. Gestionar el alcance del proyecto se enfoca primordialmente en definir y controlar qué se incluye y qué no se incluye en el proyecto.

3.2.1 Definir el alcance

Definir el Alcance es el proceso que consiste en desarrollar una descripción detallada del proyecto y del producto. El beneficio clave de este proceso es que describe los límites del producto, servicio o resultado mediante la especificación de cuáles de los requisitos recopilados serán incluidos y cuáles excluidos del alcance del proyecto.

Dado que es posible que no todos los requisitos identificados se puedan incluir en el proyecto, el proceso de definir el alcance selecciona los requisitos definitivos del proyecto a partir de la documentación de requisitos entregada durante el proceso de recopilar requisitos.

La preparación de un enunciado detallado del alcance del proyecto es fundamental para el éxito del proyecto, y se elabora a partir de los entregables principales, los supuestos y las restricciones documentados durante el inicio del proyecto. Durante la planificación del proyecto, el alcance del proyecto se define y se describe de manera más específica conforme se va recopilando mayor información acerca del proyecto. Los riesgos, los supuestos y las restricciones existentes se analizan para verificar que estén completos y se actualizan o se incorporan nuevos, según sea necesario.

El proceso definir el alcance puede ser altamente iterativo. En el caso de proyectos de ciclo de vida iterativo, se desarrollará una visión de alto nivel para el proyecto global, pero el alcance detallado se determina para una iteración a la vez y la planificación detallada de la siguiente iteración se va realizando conforme avanza el trabajo en el alcance y los entregables actuales del proyecto.

¹⁸ Por sus siglas Gestión de Proyectos de Investigación.

A menudo se utiliza el juicio de expertos para analizar la información necesaria para la elaboración del enunciado del alcance del proyecto. Dicho juicio y experiencia se aplica a cualquier detalle técnico. Esta experiencia es proporcionada por cualquier grupo o individuo con conocimientos o capacitación especializados, y se encuentra disponible a través de diferentes fuentes, entre las que se incluyen:

- Otras unidades dentro de la organización
- Consultores
- Interesados, incluyendo clientes o patrocinadores
- Asociaciones profesionales y técnicas
- Grupos de industria;
- Expertos en la materia

Figura 6: Diagrama entidad relación para la gestión de la integración



El enunciado del alcance del proyecto es la descripción del alcance, de los entregables principales, de los supuestos y de las restricciones del proyecto. El enunciado del alcance del proyecto documenta el alcance en su totalidad, incluyendo el alcance del proyecto y del producto. Describe de manera detallada los entregables del proyecto y el trabajo necesario para crear esos entregables. También proporciona un conocimiento común del alcance del proyecto entre los interesados en el proyecto. Puede contener exclusiones explícitas del alcance, que pueden ayudar a gestionar las expectativas de los interesados. Permite al equipo del proyecto realizar una planificación más detallada, sirve como guía del trabajo del equipo durante la ejecución y proporciona la línea base para evaluar si las solicitudes de cambio o de trabajo adicional se encuentran dentro o fuera de los límites del proyecto.

El grado y nivel de detalle con que el enunciado del alcance del proyecto define el trabajo a realizar y el que queda excluido, pueden ayudar a determinar el grado de control que el equipo de dirección del proyecto podrá ejercer sobre el alcance global del proyecto.

3.2.2 Crear la EDT/WBS¹⁹:

Es el proceso de subdividir los entregables y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y más fáciles de manejar.

La EDT/WBS es una descomposición jerárquica del alcance total del trabajo a realizar por el equipo del proyecto para cumplir con los objetivos del proyecto y crear los entregables requeridos. La EDT/WBS organiza y define el alcance total del proyecto y representa el trabajo especificado en el enunciado del alcance del proyecto aprobado y vigente.

El trabajo planificado está contenido en el nivel más bajo de los componentes de la EDT/WBS, denominados paquetes de trabajo. Un paquete de trabajo se puede utilizar para agrupar las actividades donde el trabajo es programado y estimado, seguido y controlado. En el contexto de la EDT/WBS, la palabra trabajo se refiere a los productos o entregables del trabajo que son el resultado de la actividad realizada, y no a la actividad en sí misma.

La descomposición es una técnica utilizada para dividir y subdividir el alcance del proyecto y los entregables del proyecto en partes más pequeñas y manejables. El paquete de trabajo es el trabajo definido en el nivel más bajo de la EDT/WBS para el cual se puede estimar y gestionar el costo y la duración.

El nivel de descomposición es a menudo guiado por el grado de control necesario para dirigir el proyecto de manera efectiva. El nivel de detalle para los paquetes de trabajo varía en función del tamaño y la complejidad del proyecto. La descomposición de la

¹⁹ Por sus siglas, Estructura de desglose del trabajo/Work breakdown structure

totalidad del trabajo del proyecto en paquetes de trabajo generalmente implica las siguientes actividades:

- Identificar y analizar los entregables y el trabajo relacionado
- Estructurar y organizar la EDT/WBS
- Descomponer los niveles superiores de la EDT/WBS en componentes detallados de nivel inferior
- Desarrollar y asignar códigos de identificación a los componentes de la EDT/WBS
- Verificar que el grado de descomposición de los entregables sea el adecuado.

La estructura de EDT/WBS se puede crear a través de varios enfoques. Entre los métodos más habituales se cuentan el enfoque descendente, el uso de guías específicas de la organización y el uso de plantillas de la EDT/WBS. Durante la integración de componentes de nivel inferior puede utilizarse un enfoque ascendente. La estructura de la EDT/WBS se puede representar de diferentes maneras, tales como:

- Utilizando las fases del ciclo de vida del proyecto como segundo nivel de descomposición
- Utilizando los entregables principales como segundo nivel de descomposición, este es el enfoque que se propone para el presente proyecto.

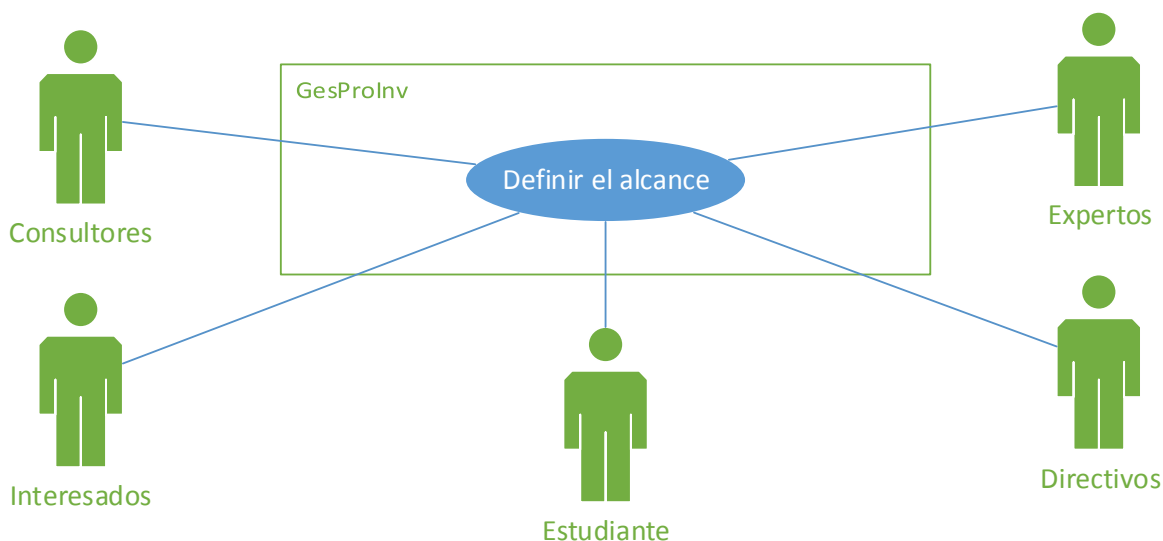
La descomposición de los componentes del nivel superior de la EDT/WBS requiere subdividir el trabajo para cada uno de los entregables o componentes de nivel inferior en sus elementos más fundamentales, hasta el nivel en que los componentes de la EDT/WBS representen productos, servicios o resultados verificables. La EDT/WBS se puede estructurar como un esquema, como un organigrama, o mediante otro método que represente un desglose jerárquico.

La verificación de la exactitud de la descomposición requiere determinar que efectivamente los componentes de nivel inferior de la EDT/WBS sean los necesarios y suficientes para completar los entregables de alto nivel correspondientes. Cada entregable específico puede tener diferentes niveles de descomposición. Para llegar al nivel del paquete de trabajo, en el caso de algunos entregables sólo se necesitará descomponer el trabajo hasta el siguiente nivel, mientras que en otros casos será necesario añadir niveles adicionales de descomposición. Conforme se descompone el trabajo en niveles de mayor detalle, mejora la capacidad de planificar, gestionar y controlar el trabajo.

Sin embargo, una descomposición excesiva puede ocasionar un esfuerzo de gestión improductivo, un uso ineficiente de recursos, una disminución de la eficiencia en la realización del trabajo y una dificultad para agregar datos en diferentes niveles de la EDT/WBS.

En la figura 7 se muestra un diagrama de casos de uso para la gestión del alcance, en él se puede observar cómo los principales actores intervienen para definir el alcance del proyecto.

Figura 7: Diagrama de casos de uso para la gestión del alcance



En la figura 8 se muestra un diagrama entidad relación para la gestión del alcance, en él puede observarse los atributos para la creación de la EDT/WBS y para la descomposición en paquetes de trabajo, dentro de la entidad entregables principales se destacan los atributos “supuestos” y “restricciones”, que son los que ayudarán a llevar un control a los entregables que se realicen durante la ejecución del proyecto. Nótese que cada paquete puede tener un paquete en sí mismo, esto se representa con la relación entre el Subpaquete y el id del paquete de trabajo.

3.3 Gestión del tiempo

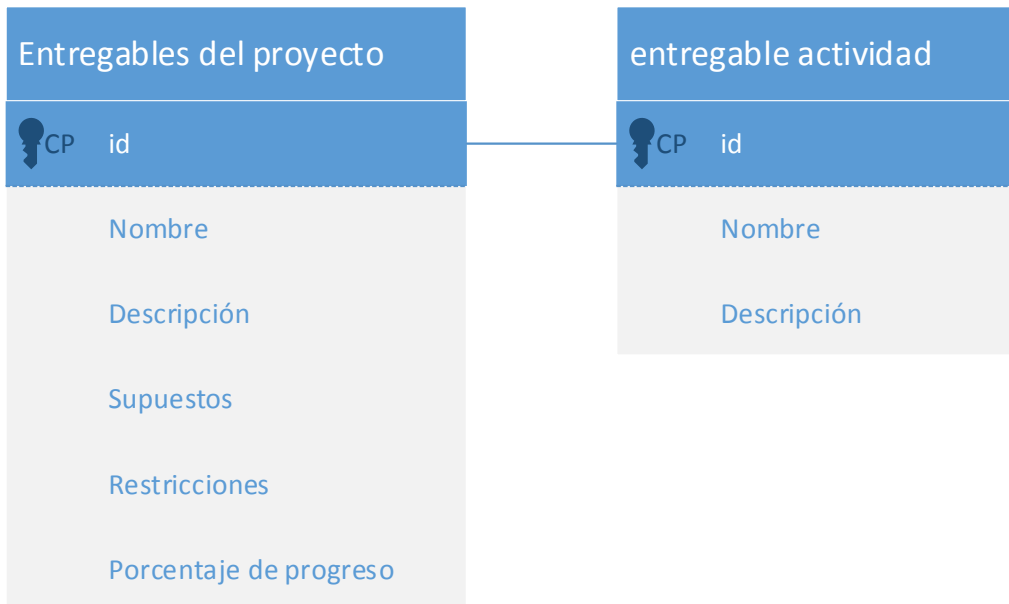
La gestión del tiempo del proyecto incluye los procesos requeridos para gestionar la terminación en plazo del proyecto.

Una descripción de la gestión del tiempo se muestra a continuación:

3.3.1 Definir y secuenciar las actividades

Definir las actividades es el proceso que consiste en identificar las acciones específicas a ser realizadas para elaborar los entregables del proyecto. Crear la estructura de desglose del trabajo identifica los entregables en el nivel más bajo de la estructura de desglose del trabajo, denominado paquetes de trabajo. Estos paquetes se descomponen normalmente en componentes más pequeños llamados actividades, que representan el trabajo necesario para completar los paquetes de trabajo.

Figura 8: Diagrama entidad relación para la gestión del alcance



Para definir las actividades dentro del proyecto de investigación, se recomienda tomar cada objetivo, o cada paquete de trabajo, y descomponerlo en las actividades necesarias para dar cumplimiento a dicho objetivo.

Este listado de actividades se puede elaborar de manera secuencial o simultánea, usando la estructura de descomposición del trabajo; para lograr un mejor resultado, se recomienda involucrar al director del proyecto en la descomposición de los paquetes de trabajo.

Secuenciar las actividades es el proceso que consiste en identificar y documentar las relaciones entre las actividades del proyecto. Esta secuencia se establece mediante relaciones lógicas, generalmente cada actividad se conecta con un predecesor y un sucesor

3.3.2 Estimar la duración de las actividades

Proceso de estimar la cantidad de períodos de trabajo necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados.

Estimar la duración de las actividades es el proceso que consiste en establecer aproximadamente la cantidad de períodos de trabajo necesarios para finalizar cada actividad con los recursos estimados.

El tiempo estimado de la duración de las actividades inicialmente se plantea, pero realmente se elabora de manera gradual, y a medida que avanza el proyecto se evalúa la calidad.

Para llevar a cabo la estimación se puede utilizar el juicio de expertos, el cuál guiado por la información histórica, puede proporcionar información sobre el estimado de la duración o las duraciones máximas recomendadas, procedentes de proyectos anteriores.

La estimación también se puede llevar a cabo utilizando el método PERT, el cuál utiliza tres estimados para definir un rango aproximado de duración de una actividad:

Más probable (T_m): es la duración de la actividad en función de los recursos que probablemente se asignarán,

Optimista (T_o): la duración de la actividad está basada en el análisis del mejor escenario posible para esa actividad

Pesimista (T_p): la duración de la actividad está basada en el análisis del peor escenario posible para esa actividad.

El análisis según el método PERT calcula una duración Esperada (T_e) de la actividad utilizando un promedio de estas tres estimaciones, se muestra en la siguiente ecuación:

$$T_e = \frac{(T_o + 4T_m + T_p)}{6}$$

Los estimados de la duración basados en esta ecuación puede proporcionar una mayor exactitud, y los tres valores aclaran el rango de incertidumbre de los estimados de la duración.

En el contexto de los proyectos de investigación se recomienda utilizar la estimación de la duración de las actividades utilizando el método PERT, ya que se minimiza la incertidumbre.

3.3.3 Desarrollar y controlar el cronograma

Desarrollar el cronograma es el proceso que consiste en analizar el orden de las actividades y su duración. La incorporación de las actividades, duraciones y recursos, genera un cronograma. El desarrollo del cronograma puede requerir repaso y revisión de los estimados de la duración y de los recursos para crearlo.

Controlar el cronograma es el proceso por el que se da seguimiento al estado del proyecto para actualizar el avance del mismo y gestionar cambios a la línea base del cronograma, esto consiste en:

- Determinar el estado actual del cronograma del proyecto
- Influir en los factores que generan cambios en el cronograma
- Determinar que el cronograma del proyecto ha cambiado
- Gestionar los cambios conforme suceden

Para controlar el cronograma se pueden realizar revisiones del desempeño, las cuales permiten medir, comparar y analizar el desempeño del cronograma, en aspectos como las fechas reales de inicio y finalización, el porcentaje completado y la duración restante para el trabajo en ejecución.

Para controlar el cronograma en los proyectos de investigación, en el contexto de este proyecto, se propone la revisión del cronograma cada mes, y que en ella se identifiquen las actividades que se están atrasando, las causas, y la forma como se va proceder para continuar con la fecha de entrega del proyecto.

En la figura 9 se muestra un diagrama entidad relación para la gestión del tiempo, en ella se muestran los atributos relevantes a la entidad cronograma, como lo son la fecha de inicio y la fecha de finalización; los atributos de las actividades: orden, predecesora, y sucesora; y los diferentes tiempos estimados para las actividades: probable, optimista y pesimista.

3.4 Gestión de los costos

La gestión de los costos del proyecto incluye los procesos relacionados con planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.

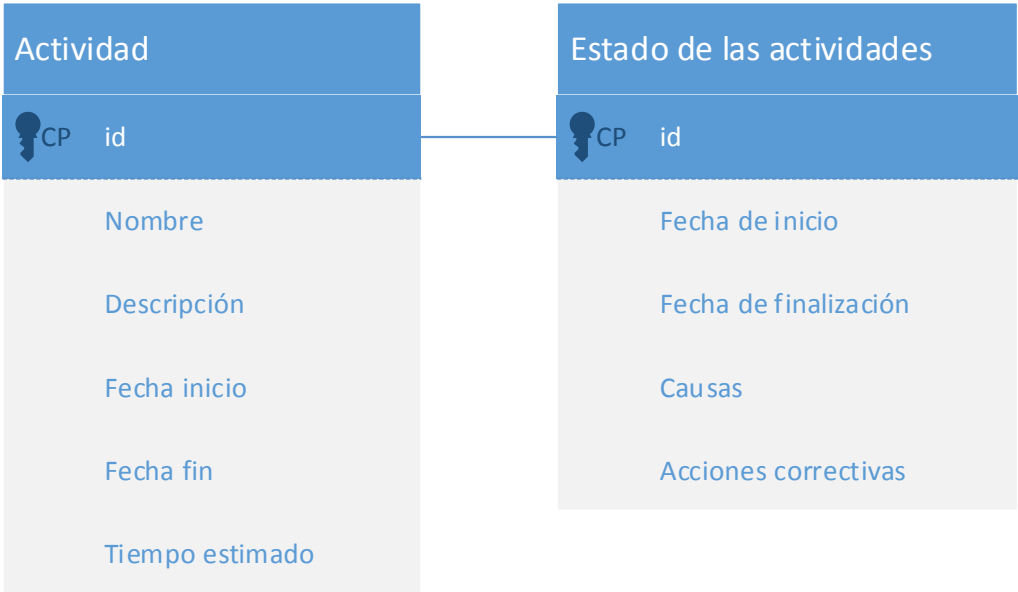
Es el proceso que consiste en desarrollar una aproximación de los recursos financieros necesarios para completar las actividades del proyecto, el beneficio clave de este proceso es que determina el monto de los costos requerido para completar el trabajo del proyecto.

Las estimaciones de costos son una predicción basada sobre la información disponible en un momento determinado. Las estimaciones de costos incluyen la identificación y consideración de diversas alternativas para el cálculo de costos de cara a iniciar y completar el proyecto. Para lograr un costo óptimo para el proyecto, se debe tener en cuenta el balance entre costos y riesgos, tal como hacer en lugar de comprar, comprar en lugar de alquilar y compartir recursos.

Las estimaciones de costos se expresan normalmente en unidades de alguna moneda (por ejemplo, dólares, euros, yenes, pesos, entre otros), aunque en algunos casos pueden emplearse otras unidades de medida, como las horas o los días de trabajo del personal para facilitar las comparaciones, al eliminar el efecto de las fluctuaciones de las divisas.

Se deben revisar y refinar las estimaciones de costos a lo largo del proyecto para ir reflejando los detalles adicionales a medida que éstos se van conociendo y que se van probando los supuestos de partida. La exactitud de la estimación del costo de un proyecto aumenta conforme el proyecto avanza a través de su ciclo de vida.

Figura 9: Diagrama entidad relación para la gestión del tiempo



Un proyecto en su fase de inicio, por ejemplo, puede tener una estimación aproximada por orden de magnitud (ROM) en el rango de -25% a +75%. En una etapa posterior del proyecto, conforme se va contando con más información, el rango de exactitud de las estimaciones puede reducirse a -5% a +10%. En algunas organizaciones existen pautas sobre cuándo pueden efectuarse esos refinamientos y cuál es el grado de confianza o exactitud esperado.

Se estiman los costos para todos los recursos que se van a asignar al proyecto. Estos incluyen, entre otros, el personal, los materiales, el equipamiento, los servicios y las instalaciones, así como otras categorías especiales, tales como el factor de inflación, el costo de financiación o el costo de contingencia. Una estimación de costos consiste en una evaluación cuantitativa de los costos probables de los recursos necesarios para completar la actividad. Las estimaciones de costos se pueden presentar a nivel de actividad o en formato resumido.

Se puede mejorar la exactitud de las estimaciones de costos de una actividad única si se tienen en cuenta la incertidumbre y el riesgo y se utilizan estimaciones por tres valores para definir un rango aproximado del costo de la actividad:

- **Más probable (C_m)**. El costo de la actividad se estima sobre la base de una evaluación realista del esfuerzo necesario para el trabajo requerido y de cualquier gasto previsto.
- **Optimista (C_o)**. El costo de la actividad se estima sobre la base del análisis del mejor escenario para esa actividad.
- **Pesimista (C_p)**. El costo de la actividad se estima sobre la base del análisis del peor escenario para esa actividad

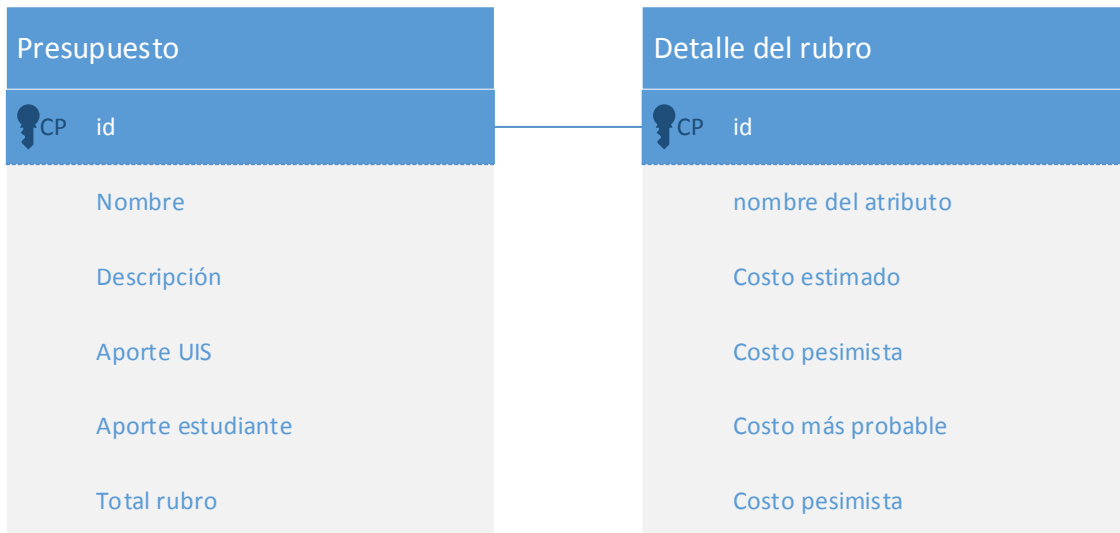
Se puede calcular el costo esperado C_e , mediante el uso de una fórmula, en función de la distribución asumida de los valores dentro del rango de las tres estimaciones. Dos de las fórmulas más utilizadas son las distribuciones: uniforme y beta. Las fórmulas son las siguientes:

- **Distribución uniforme:** $C_e = (C_m + C_o + C_p)/3$
- **Distribución Beta** (del análisis PERT tradicional): $C_e = (C_o + 4C_m + C_p)/6$

Las estimaciones de costos basadas en tres valores con una distribución determinada proporcionan un costo esperado y despejan el grado de incertidumbre sobre el costo esperado.

En la figura 10 se muestra un diagrama entidad relación de la gestión de los costos, en él se pueden observar la entidad "Costos", que es la encargada de almacenar los datos generales de cada rubro, y la entidad "Detalle del rubro", que es la encargada de almacenar el nombre del rubro, con sus respectivos costos estimados: Optimista, pesimista y más probable.

Figura 10: Diagrama entidad relación para la gestión de costos



3.5 Gestión de la calidad

La gestión de la calidad del proyecto incluye los procesos y actividades de la organización ejecutora que establecen las políticas de calidad, los objetivos y las responsabilidades de calidad para que el proyecto satisfaga las necesidades para las que fue acometido.

La gestión de la calidad del proyecto utiliza políticas y procedimientos para implementar el sistema de gestión de la calidad de la organización en el contexto del proyecto, y, en la forma que resulte adecuada, apoya las actividades de mejora continua del proceso, tal y como las lleva a cabo la organización ejecutora.

Planificar la gestión de la calidad es el proceso de identificar los requisitos y/o estándares de calidad para el proyecto y sus entregables, así como de documentar cómo el proyecto demostrará el cumplimiento con los mismos. El beneficio clave de este proceso es que proporciona guía y dirección sobre cómo se gestionará y validará la calidad a lo largo del proyecto.

La planificación de la calidad debe realizarse en paralelo con los demás procesos de planificación del proyecto. Por ejemplo, los cambios propuestos en los entregables de cara a cumplir con las normas de calidad identificadas, pueden requerir ajustes en el costo o en el cronograma, así como un análisis de riesgo detallado del impacto en los planes.

Para realizar una correcta gestión de la calidad se recomienda realizar el plan de gestión de calidad, definir métricas de calidad y listas de verificación de calidad, como se describe a continuación:

3.5.1 Plan de gestión de calidad

El plan de gestión de la calidad es un componente del plan para la dirección del proyecto que describe cómo se implementarán las políticas de calidad de una organización. Describe la manera como el equipo del proyecto planea cumplir los requisitos de calidad establecidos para el proyecto.

El plan de gestión de la calidad puede ser formal o informal, detallado o formulado de manera general. El estilo y el grado de detalle del plan de gestión de la calidad se determinan en función de los requisitos del proyecto. Se debería revisar el plan de gestión de la calidad en una etapa temprana del proyecto para asegurar que las decisiones estén basadas en información exacta. Entre los beneficios de esta revisión se pueden incluir el obtener un enfoque más claro sobre la propuesta de valor del proyecto, así como la reducción de costos y de la frecuencia con que se retrasa el cronograma debido a retrabajo.

3.5.2 Métricas de calidad

Una métrica de calidad describe de manera específica un atributo del producto o del proyecto, y la manera en que lo medirá el proceso de control de calidad. Una medida es un valor real. La tolerancia define las variaciones permitidas de las métricas. Si el objetivo de calidad es mantenerse dentro del límite de $\pm 10\%$ del presupuesto aprobado, por ejemplo, la métrica específica puede consistir en medir el costo de cada entregable y determinar el porcentaje de variación con respecto al presupuesto aprobado para ese entregable.

Las métricas de calidad se emplean en los procesos de realizar el aseguramiento de calidad y de controlar la calidad. Algunos ejemplos de métricas de calidad serían el índice de puntualidad, el control del costo, la frecuencia de defectos, la tasa de fallas, la disponibilidad, la confiabilidad y la cobertura de las pruebas

3.5.3 Listas de verificación de calidad

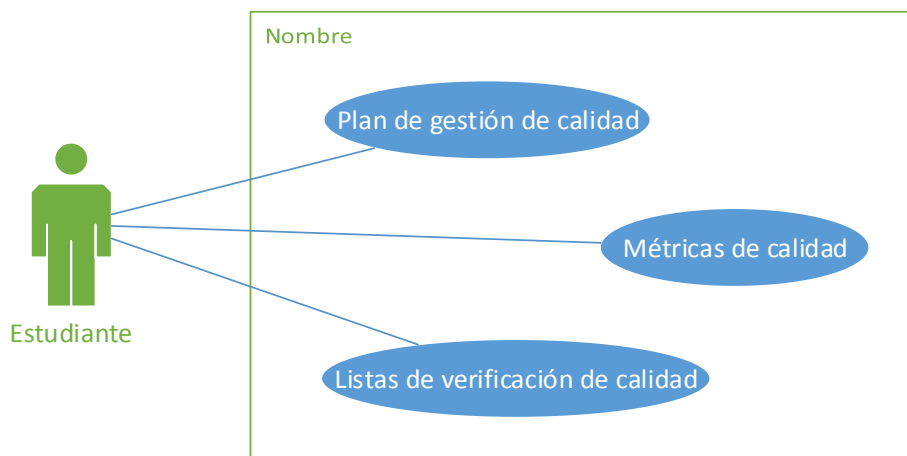
Una lista de verificación es una herramienta estructurada, por lo general específica de cada componente, que se utiliza para verificar que se hayan llevado a cabo una serie de pasos necesarios. Las listas de verificación pueden ser sencillas o complejas, en función de los requisitos y prácticas del proyecto. Muchas organizaciones disponen de listas de verificación estandarizadas para asegurar la consistencia en tareas que se realizan con frecuencia.

En algunas áreas de aplicación se dispone asimismo de listas de verificación desarrolladas por asociaciones profesionales o por proveedores de servicios comerciales. Las listas de

verificación de calidad deberían incorporar los criterios de aceptación incluidos en la línea base del alcance.

En la figura 11 se muestra un diagrama de casos de uso donde se muestran las tareas principales que debe realizar el estudiante de maestría para planificar la gestión de la calidad.

Figura 11: Diagrama de casos de uso para planificar la gestión de la calidad

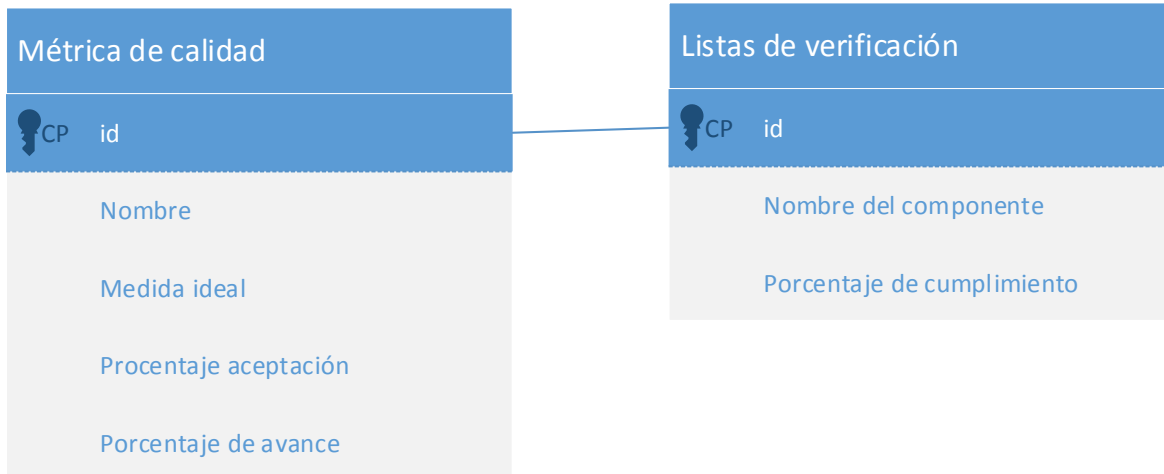


En la figura 12 se muestra un diagrama entidad relación donde se muestran los atributos y las entidades involucradas para planificar la gestión de la calidad, en ella se observa que la entidad plan de gestión es un listado en el que se describen cómo se cumplirán los requisitos de calidad, también se observa la entidad métricas de calidad que es la encargada de almacenar el nombre y la medida ideal de un indicador, y finalmente se encuentra la entidad listas de verificación, que contiene un listado de los componentes de calidad, y una bandera que se usa para saber si dicho componente se cumple.

3.6 Gestión de los recursos humanos

La gestión de los recursos humanos del proyecto incluye los procesos que organizan, gestionan y conducen al equipo del proyecto. El equipo del proyecto está compuesto por las personas a las que se han asignado roles y responsabilidades para completar el proyecto. Los miembros del equipo del proyecto pueden tener diferentes conjuntos de habilidades, pueden estar asignados a tiempo completo o a tiempo parcial y se pueden incorporar o retirar del equipo conforme avanza el proyecto.

Figura 12: Diagrama entidad realidad para planificar la gestión de la calidad



También se puede referir a los miembros del equipo del proyecto como personal del proyecto. Si bien se asignan roles y responsabilidades específicos a cada miembro del equipo del proyecto, la participación de todos los miembros en la toma de decisiones y en la planificación del proyecto es beneficiosa. La participación de los miembros del equipo en la planificación aporta su experiencia al proceso y fortalece su compromiso con el proyecto.

El plan de gestión de los recursos humanos, el cual forma parte del plan para la dirección del proyecto, proporciona una guía sobre el modo como se deberían definir, adquirir, dirigir y finalmente liberar los recursos humanos del proyecto.

El plan para la gestión de personal es un componente del plan de gestión de los recursos humanos que describe cuándo y cómo se van a incorporar los miembros del equipo del proyecto y durante cuánto tiempo se les va a necesitar. Describe cómo se cumplirán los requisitos de recursos humanos.

El plan para la gestión de personal puede ser formal o informal, muy detallado o formulado de manera general, dependiendo de las necesidades del proyecto. El plan se actualiza recurrentemente durante el proyecto, para dirigir la adquisición continua de miembros del equipo y las acciones para su desarrollo. La información en el plan de gestión de personal varía según el área de aplicación y el tamaño del proyecto, sin embargo los aspectos a considerar incluyen los siguientes.

3.6.1 Adquisición de personal

Surge una serie de preguntas al planificar la incorporación de miembros al equipo del proyecto. Por ejemplo, si los recursos humanos provienen de la propia organización o de fuentes externas contratadas, si los miembros del equipo necesitan trabajar en una

ubicación centralizada o pueden hacerlo desde lugares remotos, los costos asociados con cada nivel de conocimiento requerido para el proyecto y el nivel de asistencia que pueden proporcionar el departamento de recursos humanos de la organización y los gerentes funcionales al equipo de dirección del proyecto.

3.6.2 Calendarios de recursos

Calendarios que identifican los días y turnos de trabajo en los cuales está disponible cada recurso específico. El plan para la gestión de personal describe los marcos temporales necesarios para los miembros del equipo del proyecto, ya sea de manera individual o colectiva, así como cuándo deberían iniciarse las actividades de adquisición, como la contratación de personal. Una de las herramientas que sirven para representar los recursos humanos es el histograma de recursos, utilizado por el equipo de dirección del proyecto, como medio para representar de manera visual la asignación de los recursos a las diferentes partes interesadas.

3.6.3 Plan de liberación del personal

Determinar el método y el calendario de liberación de los miembros del equipo beneficia tanto al proyecto como a los miembros del equipo. Cuando se liberan los miembros del equipo de un proyecto, los costos asociados con esos recursos no siguen siendo cargados al proyecto, reduciendo así sus costos. Un plan de liberación de personal también ayuda a mitigar los riesgos relativos a los recursos humanos que pueden ocurrir durante un proyecto o al finalizar el mismo.

3.6.4 Necesidades de capacitación

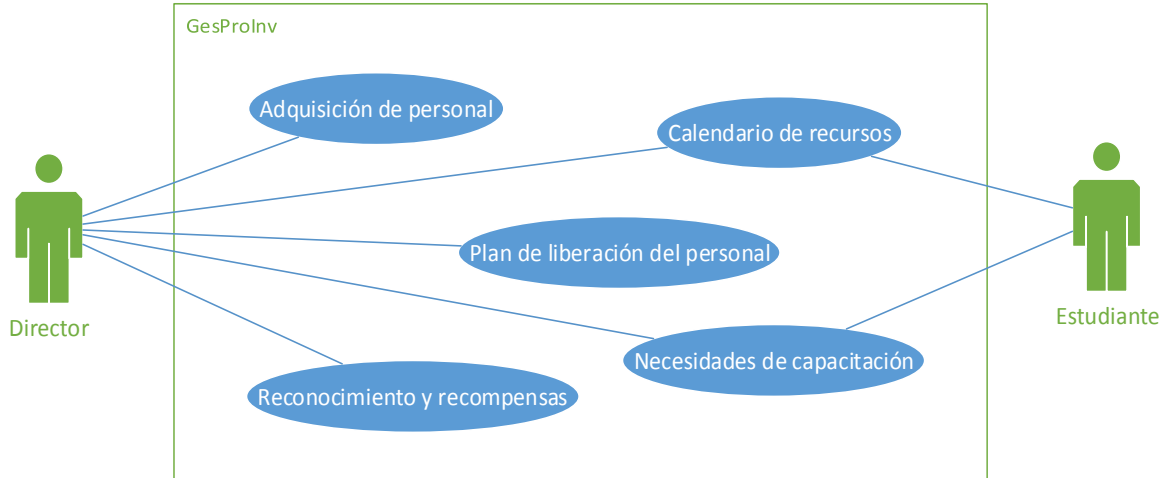
Si se espera que los miembros del equipo que serán asignados no tendrán las competencias requeridas, puede desarrollarse un plan de capacitación como parte del proyecto. El plan también puede incluir medios para ayudar a los miembros del equipo a obtener certificaciones que respalden su capacidad para beneficiar al proyecto.

3.6.5 Reconocimiento y recompensas

Los criterios claros de recompensas y un sistema planificado para su uso ayudan a fomentar y reforzar los comportamientos deseados. Para ser eficaces, el reconocimiento y las recompensas deben basarse en las actividades y el desempeño que estén bajo el control de la persona. Por ejemplo, un miembro de un equipo que será recompensado por alcanzar los objetivos de costos debe tener un nivel de control apropiado sobre las decisiones que afectan los gastos. Crear un plan con períodos de distribución de recompensas establecido, asegura que efectivamente se realice el reconocimiento y que no se olvide.

En la figura 13 se muestra un diagrama de casos de uso para la gestión de los recursos humanos, se puede observar las acciones principales que realiza el actor.

Figura 13: Diagrama de casos de uso para la gestión de recursos humanos



En la figura 14 se muestra un diagrama entidad relación para la gestión de los recursos humanos del proyecto, en él se puede observar los atributos de cada una de las clases propuestas y las relaciones entre que existen entre sí. Entre las clases relevantes se puede observar la entidad personas, que es la encargada de almacenar los datos personales, el perfil y el tiempo de dedicación de las personas involucradas en el proyecto; también se observan los roles (con sus respectivas responsabilidades, tiempo de dedicación y nivel de conocimiento) y las recompensas para cada persona

Figura 14: Diagrama entidad relación para la gestión de recursos humanos



3.7 Gestión de las comunicaciones

La gestión de las comunicaciones del proyecto incluye los procesos requeridos para asegurar que la planificación, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control, monitoreo y disposición final de la información del proyecto sean oportunos y adecuados.

Los directores de proyecto emplean la mayor parte de su tiempo comunicándose con los miembros del equipo y otros interesados en el proyecto, tanto si son internos (en todos los niveles de la organización) como externos a la misma.

Una comunicación eficaz crea un puente entre diferentes interesados que pueden tener diferentes antecedentes culturales y organizacionales, diferentes niveles de experiencia, y diferentes perspectivas e intereses, lo cual impacta o influye en la ejecución o resultado del proyecto.

Planificar las comunicaciones es el proceso para determinar las necesidades de información de los interesados en el proyecto y para definir cómo abordar las comunicaciones. La planificación debe tener en cuenta: quién necesita la información, cuándo la necesitará, cómo le será proporcionada y por quién.

Una planificación incorrecta de las comunicaciones conducirá a problemas tales como demoras en la entrega de mensajes, la comunicación de información sensible a la audiencia equivocada o falta de comunicación con algunos de los interesados involucrados.

Una comunicación eficaz significa que la información se suministra en el formato adecuado, en el momento justo y con el impacto apropiado. Una comunicación eficiente significa proporcionar únicamente la información necesaria.

3.7.1 Canales de comunicación

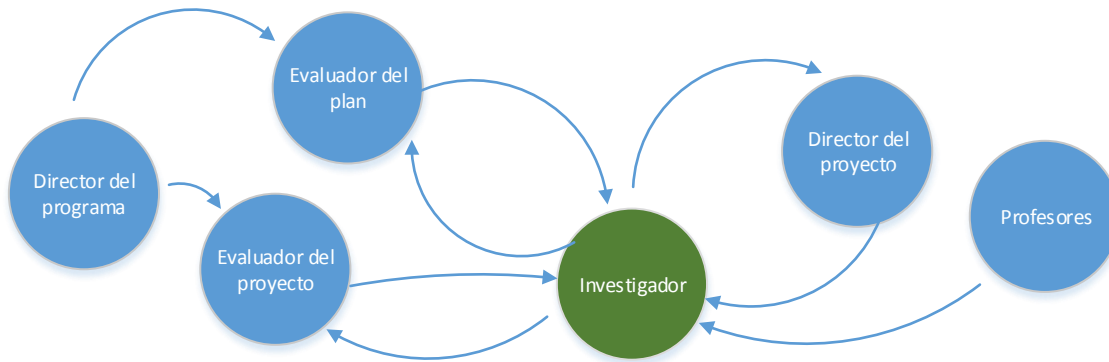
Se deben considerar la cantidad de canales o rutas de comunicación potenciales como un indicador de las comunicaciones de un proyecto.

La cantidad total de canales de comunicación potenciales (ccp) se muestra en la siguiente ecuación, donde n representa la cantidad de interesados.

$$ccp = \frac{n(n-1)}{2}$$

Para la presente investigación se cuenta con 7 interesados, dando un total de 21 canales de comunicación, en la figura 15 se muestra un mapa de comunicación para el presente proyecto, en él se indican 7 canales de comunicación.

Figura 15: Mapa de comunicaciones



El plan de gestión de las comunicaciones es un plan que podría o no hacer parte de plan de proyecto. Dependiendo de las necesidades del proyecto, el plan de gestión de las comunicaciones puede ser formal, informal, muy detallado, formulado de manera general.

En la tabla 3 se muestra una matriz de gestión de comunicaciones, en ella se observan los interesados, la información a comunicar, el motivo de la comunicación, la frecuencia, el método para transmitir y los recursos asignados.

3.7.2 Matriz de gestión de comunicaciones

El plan de gestión de las comunicaciones también puede incluir pautas y plantillas para reuniones sobre el estado del proyecto, reuniones del equipo de proyecto, reuniones electrónicas y correo electrónico.

Tabla 3: Matriz de gestión de comunicaciones

Receptor	Emisor	Información a comunicar	Motivo de la comunicación	Frecuencia	Método para transmitir	Recursos asignados
Director del proyecto	Estudiante	Dudas acerca de la metodología	Aclarar dudas	Semanal	Verbalmente	N/A
Codirector del proyecto	Estudiante	Avances del proyecto	Informar del avance	Quincenal	Correo	Computador, Internet
Estudiante	Profesor	Dudas acerca de una temática vista en clase	Aclarar dudas	Mensual	Correo	Computador, Internet
Director del programa	Director del proyecto	Finalización del proyecto	Asignar evaluadores	Al finalizar el proyecto	Verbal y escrita	Computador, Internet

El uso de un sitio web del proyecto y de un software de gestión del proyecto también puede incluirse si se los emplea en el marco del proyecto.

En la figura 16 se muestra un diagrama entidad relación para la gestión de las comunicaciones, en él se puede observar la entidad principal: Interesados, con sus respectivos atributos de información personal y su relación con la entidad análisis de interesados; también se muestra la entidad intereses, y la relación que hay con la entidad gestión de las comunicaciones.

Figura 16: Diagrama entidad relación para la gestión de las comunicaciones



3.8 Gestión de los riesgos

La Gestión de los riesgos del proyecto incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión de riesgos, así como la identificación, análisis, planificación de respuesta y control de los riesgos de un proyecto.

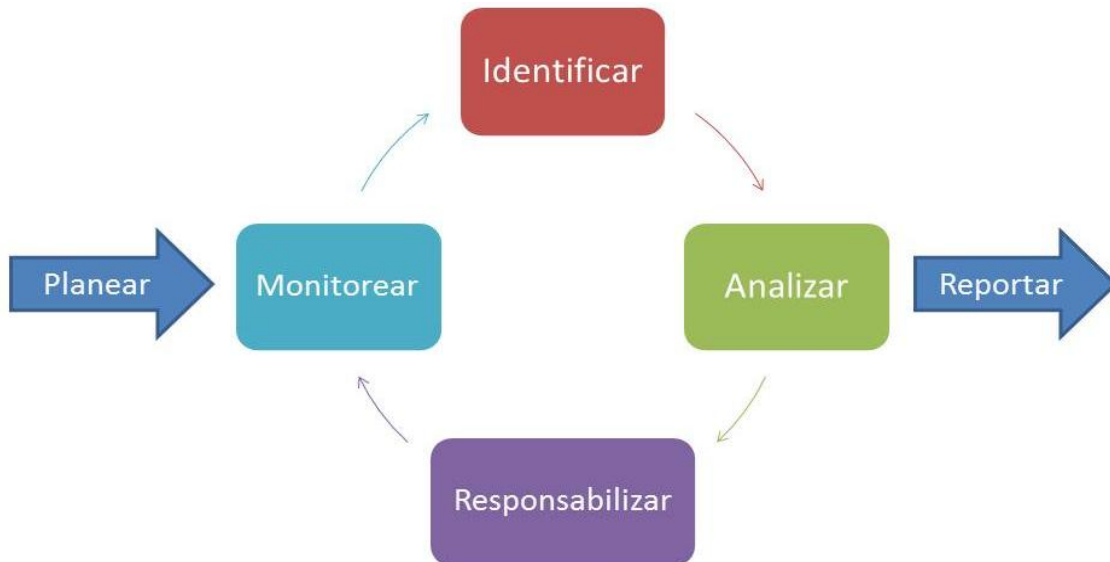
Los objetivos de la gestión de los riesgos del proyecto consisten en aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos negativos en el proyecto.

La gestión de los riesgos de un proyecto es esencial para hacer frente a los riesgos derivados del ambiente (Teller & Kock, 2013). La literatura sugiere una amplia perspectiva para administrar los riesgos en un proyecto.

De acuerdo con (Jia et al., 2013) el procedimiento general de gestión de riesgos en la construcción de proyectos fue identificado en base a una serie de autores y experiencia en investigaciones académicas y en la práctica profesional.

La figura 17 ilustra seis procesos y sus relaciones. A través de esos procesos la planeación de la gestión de los riesgos es el punto de inicio de todo el procedimiento de la gestión de riesgos, y el reporte, es la fase final. Este modelo ayuda a las organizaciones a entender la situación actual y a tomar medidas en la práctica de la gestión de riesgos.

Figura 17: Proceso en la gestión de riesgos



3.8.1 Identificar los riesgos

El proceso de determinar los riesgos que pueden afectar al proyecto y documentar sus características.

Para el desarrollo de la investigación actual, basado en (Arango Ramírez, Palacio Palacio, Olaya Ferreira, Bautista Cotrino, & Arias Prieto, 2004) se propone manejar el nombre del riesgo, la descripción y las consecuencias.

Debido al contexto en el que es desarrollado este proyecto, el responsable de las actividades a desarrollar durante la investigación, es el investigador, es decir, el estudiante de maestría. Es por lo anterior que no se desarrolla un cuadro de actividades y responsables para la gestión de riesgo del proyecto, pues el investigador será el responsable de realizar todas las actividades del proyecto.

3.8.2 Realizar el análisis cualitativo de riesgos

Se refiere a la utilización de formas descriptivas para presentar la magnitud de las consecuencias potenciales y la posibilidad de ocurrencia. Para esto se diseñan escalas ajustadas a las circunstancias de acuerdo a las necesidades particulares.

La escala cualitativa de **probabilidad** se define de la siguiente manera:

Alta: Es muy factible que el hecho se presente

Media: Es factible que el hecho se presente

Baja: Es muy poco factible que el hecho se presente.

La escala cualitativa **del impacto** se define de la siguiente manera:

Alto: Si el hecho llegara a presentarse, tendría alto impacto o efecto

Medio: Si el hecho llegara a presentarse, tendría medio impacto o efecto

Bajo: Si el hecho llegara a presentarse, tendría bajo impacto o efecto evaluando y combinando la probabilidad de ocurrencia e impacto de dichos riesgos.

3.8.3 Realizar el análisis cuantitativo de riesgos

Este análisis contempla valores numéricos con los cuales se pueden construir tablas y realizar análisis, como se muestra en la tabla 4.

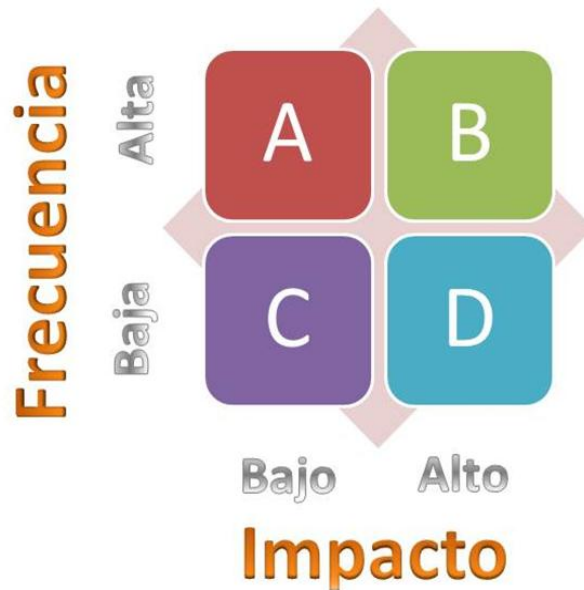
Tabla 4: Matriz de impacto

Probabilidad de ocurrencia	Nivel	Calificación
0 – 25	Baja	1
26 – 70	Media	2
71 – 100	Alta	3

Una vez realizado el análisis de los riesgos con base en los aspectos de probabilidad e impacto, se recomienda utilizar la matriz de priorización que permite determinar cuáles requieren un tratamiento inmediato.

En la figura 19, elaborada a partir de (Arango Ramírez et al., 2004) se muestra la matriz de priorización de riesgos, en ella se definen cuáles de los riesgos requieren acciones inmediatas, en este caso, son los del cuadrante B, es decir, los de impacto alto y alta probabilidad de ocurrencia.

Figura 18: Matriz de priorización de riesgos



Los que no requieren acciones inmediatas, pero desde luego requieren que se formulen, son los ubicados en el cuadrante C, es decir, bajo impacto y baja probabilidad. Respecto a los riesgos ubicados en el cuadrante A y D, la organización deberá seleccionar cuales va a trabajar primero, de acuerdo a las consecuencias, ubicados en el C, o por su constante presencia, ubicados en el A.

3.8.4 Planificar la respuesta a los riesgos

Para el manejo de los riesgos se deben analizar las posibles acciones a emprender las cuales deben ser factibles y efectivas, en el contexto de los proyectos de investigación se pueden tener en cuenta alguna de las siguientes opciones las cuales se pueden considerar independientemente, interrelacionadas o en conjunto.

Evitar el riesgo: Es siempre la primera alternativa que se debe considerar, esto se logra cuando al interior de los procesos se generan cambios sustanciales por mejoramiento, rediseño o eliminación.

Dispersar y atomizar el riesgo: Se logra mediante la distribución o localización del riesgo en diversos lugares, Un ejemplo de esto puede ser: la información del proyecto se puede duplicar y almacenar en un lugar distante y de ubicación segura, en vez de concentrarla en un solo lugar.

Asumir el riesgo: Luego de aplicar los anteriores controles, puede quedar un riesgo residual que se mantiene, en este caso el investigador acepta el impacto y elabora un plan de contingencia para su manejo.

En el contexto de los proyectos de investigación es casi imposible transferir el riesgo, ya que hasta la fecha no se conocen pólizas que se puedan comprar para los proyectos de investigación, ni tampoco se puede compartir el riesgo con otra dependencia de la universidad, pues los proyectos son desarrollados por un solo investigador que tiene la responsabilidad de desarrollar individualmente su proyecto.

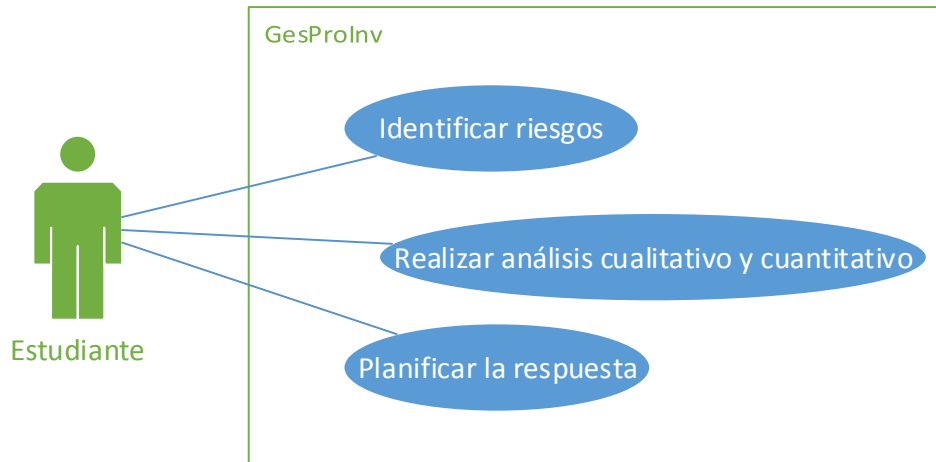
3.8.5 Mapa de riesgos

El mapa de riesgos es un documento guía que permite gestionar los riesgos, en él, además de las consideraciones antes mencionadas, es necesario identificar las causas que los pueden ocasionar, lo cual facilita el proceso de definición de acciones para mitigar los mismos.

También se deben identificar los controles existentes, las áreas o dependencias responsables de llevar a cabo las acciones, definir un cronograma y unos indicadores que permitan verificar el cumplimiento para tomar las medidas correctivas cuando sea necesario.

En la figura 19 se muestra un diagrama de casos de uso para la gestión de los riesgos, en ella se puede observar las tareas básicas que debe llevar a cabo el estudiante de maestría.

Figura 19: Diagrama de casos de uso para la gestión de riesgos



En la figura 20 se muestra un diagrama de entidad relación para el manejo de los riesgos, en ella se puede observar la entidad principal: Riesgos, con sus atributos; la entidad mapa de riesgos

Figura 20: Diagrama entidad relación para el manejo de riesgos



3.9 Gestión de las adquisiciones

La gestión de las adquisiciones del proyecto incluye los procesos necesarios para comprar o adquirir productos, servicios o resultados que es preciso obtener fuera del equipo del proyecto. La organización puede ser la compradora o vendedora de los productos, servicios o resultados de un proyecto.

La gestión de las adquisiciones del proyecto incluye los procesos de gestión del contrato y de control de cambios requeridos para desarrollar y administrar contratos u órdenes de compra emitidos por miembros autorizados del equipo del proyecto.

La gestión de las adquisiciones del proyecto también incluye el control de cualquier contrato emitido por una organización externa (el comprador) que esté adquiriendo entregables del proyecto a la organización ejecutora (el vendedor), así como la administración de las obligaciones contractuales contraídas por el equipo del proyecto en virtud del contrato.

El plan de gestión de las adquisiciones es un componente del plan para la dirección del proyecto que describe cómo un equipo de proyecto adquirirá bienes y servicios desde fuera de la organización ejecutora. Describe cómo se gestionarán los procesos de adquisición, desde la elaboración de los documentos de las adquisiciones hasta el cierre del contrato. El plan de gestión de las adquisiciones puede incluir directivas para:

- Los tipos de contratos a utilizar
- Los asuntos relacionados con la gestión de riesgos

- Determinar si se utilizarán estimaciones independientes y si son necesarias como criterios de evaluación
- Las acciones que el equipo de dirección del proyecto puede implementar de forma unilateral si la organización ejecutora dispone de un departamento de compras, contrataciones o adquisiciones
- Los documentos de las adquisiciones estandarizados, si fueran necesarios
- La gestión de múltiples proveedores
- La coordinación de las adquisiciones con otros aspectos del proyecto, tales como programar e informar el desempeño
- Las restricciones y los supuestos que podrían afectar las adquisiciones planificadas
- El manejo de los extensos plazos requeridos para comprar determinados elementos a los proveedores y la coordinación del tiempo extra necesario para adquirir estos elementos con el desarrollo del cronograma del proyecto
- El manejo de las decisiones de hacer o comprar, y la vinculación de las mismas con los procesos Estimar los Recursos de las Actividades y Desarrollar el Cronograma
- La determinación de las fechas programadas en cada contrato para los entregables del mismo y la coordinación con los procesos de desarrollo y control del cronograma
- La identificación de requisitos para obtener garantías de cumplimiento o contratos de seguros a fin de mitigar algunas formas de riesgo del proyecto
- El establecimiento de instrucciones que se proporcionarán a los vendedores para desarrollar y mantener una estructura de desglose del trabajo (EDT/WBS)
- La determinación de la forma y el formato que se usarán para los enunciados del trabajo del contrato/ relativo a la adquisición
- La identificación de vendedores precalificados, si los hubiese, que se utilizarán
- Las métricas de adquisiciones que se emplearán para gestionar contratos y evaluar proveedores

Dependiendo de las necesidades del proyecto, un plan de gestión de las adquisiciones puede ser formal o informal, muy detallado o formulado de manera general.

En la figura 21 se muestra un diagrama entidad relación para la gestión de las adquisiciones, en él se puede observar la forma como se manejarían los proveedores, con sus respectivos contratos y las entregables definidos en dichos contratos.

Figura 21: Diagrama entidad relación para la gestión de las adquisiciones



3.10 Gestión de los interesados

La gestión de los interesados del proyecto incluye los procesos necesarios para identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto, para analizar las expectativas de los interesados y su impacto en el proyecto, y para desarrollar estrategias de gestión adecuadas a fin de lograr la participación eficaz de los interesados en las decisiones y en la ejecución del proyecto.

La gestión de los interesados también se centra en la comunicación continua con los interesados para comprender sus necesidades y expectativas, abordando los incidentes en el momento en que ocurren, gestionando conflictos de intereses y fomentando una adecuada participación de los interesados en las decisiones y actividades del proyecto. La satisfacción de los interesados debe gestionarse como uno de los objetivos clave del proyecto.

Los interesados son personas u organizaciones (por ejemplo, clientes, patrocinadores, la organización ejecutante o el público), que participan activamente en el proyecto, o cuyos intereses pueden verse afectados positiva o negativamente por la ejecución o terminación del proyecto, los interesados pueden ejercer influencia sobre el proyecto, los entregables y los miembros del equipo. El acta de constitución del proyecto, o el plan de proyecto de grado, puede suministrar información sobre las partes internas y externas que participan en el proyecto y se ven afectadas por éste.

A continuación se muestra cómo se realizó el análisis de los interesados, el cual sigue los siguientes pasos.

3.10.1 Matriz de identificación de interesados

Se debe identificar a todos los posibles interesados en el proyecto e información relevante como por ejemplo sus roles, departamentos, intereses, niveles de conocimiento, expectativas y niveles de influencia, esto se muestra en la tabla 5.

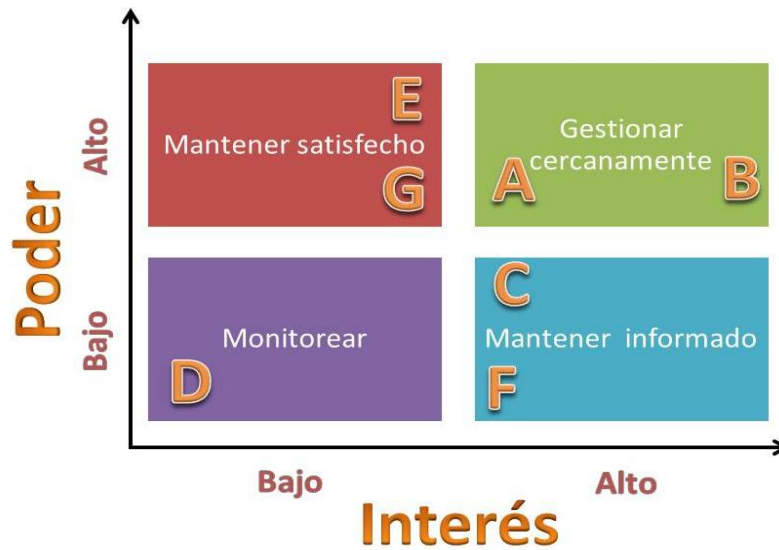
Tabla 5: Matriz de identificación de interesados

Id	Rol	Intereses	Nivel de interés	Nivel de influencia
A	Investigador	Desarrollar su proyecto de grado	Alto	Alto
B	Director del proyecto	Inculcar en el investigador el proceso de la investigación científica	Alto	Alto
C	Codirector	Aportar sus conocimientos y experiencias en el proyecto	Alto	Medio
D	Profesores	Ofrecer técnicas y herramientas al investigador	Medio	Bajo
E	Evaluadores del plan	Revisar que el plan de proyecto haya sido elaborado correctamente	Medio	Alto
F	Director del programa	Hacer cumplir el reglamento	Medio	Bajo
G	Evaluadores del proyecto	Revisar que se haya desarrollado exitosamente el plan de proyecto	Medio	Alto

3.10.2 Matriz de interés poder

Se debe Identificar el impacto o apoyo potencial que cada interesado podría generar, y clasificarlos para definir una estrategia de abordaje. Entre los múltiples modelos de clasificación disponibles, se encuentra la matriz de poder/interés, la cual agrupa los interesados basándose en su nivel de autoridad (poder) y su nivel de preocupación (interés) con respecto a los resultados del proyecto. En la figura 22 se muestra la matriz de poder/interés para la presente investigación:

Figura 22: Matriz de interés poder



3.10.3 Matriz de análisis de interesados

Se debe Evaluar el modo como los interesados clave pueden reaccionar o responder en diferentes situaciones, a fin de planificar cómo influir en ellos para mejorar su apoyo y mitigar los impactos negativos potenciales. En la tabla 6 se presenta un ejemplo de una matriz de análisis de los interesados.

Tabla 6: Matriz de análisis de interesados

Id	Requisitos	Fase de mayor interés	Clasificación	Estrategias para ganar apoyo o reducir obstáculos
A	Terminar satisfactoriamente su proyecto	Todas	Interno Partidario	N/A
B	Que el investigador obtenga una formación científica	Todas	Interno Partidario	Tener en cuenta sus comentarios y sugerencias
C	Desarrollar un proyecto de grado aplicable a su área de conocimiento	Todas	Interno Partidario	Tener en cuenta sus comentarios y sugerencias
D	Que el investigador aplique técnicas y herramientas propuestas	N/A	Externo Neutral	Comentar los avances producidos

E	Que el proyecto de investigación sea viable	Planificación	Externo Neutral/Opositor	Valorar y tener en cuenta las sugerencias
F	Que se cumpla en reglamento de posgrado	N/A	Externo Neutral	Mantener informado
G	Que el proyecto de investigación se haya desarrollado conforme al plan de proyecto	Finalización	Externo Neutral/Opositor	Valorar y tener en cuenta las sugerencias

Los interesados en los proyectos de investigación, en el contexto de la presente investigación se convierten en roles dentro del sistema de gestión de proyectos a plantear, estos son: los estudiantes de pregrado que realizan proyecto de investigación, el candidato a maestría, el director de proyecto, el codirector de proyecto (de existir), el director del grupo de investigación, el director del programa de la maestría. Hay que anotar que se escapa del alcance del proyecto tener un usuario de cada rol dentro del sistema de información.

4. MODELO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

Como metodología de modelado y desarrollo, se utiliza la arquitectura dirigida por modelos (MDA), la cual es una iniciativa del Object Management Group (OMG) para promover un proceso de desarrollo de sistemas mejorados, basado en la separación clara de la lógica de la aplicación y de la tecnología de la plataforma, para así generar software de manera automática a partir de modelos independientes de la plataforma (Raistrick & Bloomfield, 2004).

Un objetivo de la arquitectura dirigida por modelos es diferenciar los requerimientos del negocio y las responsabilidades tecnológicas, la ventaja es que estas dos capas pueden evolucionar independientemente entre ellas, también permite identificar las partes de un sistema, desde su modelo más abstracto hasta su modelo funcional (ZadahmadJafarlou, Moeini, & YousefzadehFard, 2012). A continuación se describen los distintos modelos que se utilizan en la metodología MDA.

4.1 Modelo independiente de la computación (CIM²⁰)

Este primer modelo representa el nivel más alto en el modelo del negocio, y describe el proceso o la lógica de la organización. Para realizarlo se usa lenguaje que no sea UML. Este modelo describe las interacciones entre los procesos y las responsabilidades de cada trabajador sea humano o no. Otra característica de este modelo es que cualquier persona pueda entender el proceso del negocio (Oya, 2002).

En la figura 23 se muestra el flujo de los procesos que se llevan a cabo al interior de un grupo de investigación, en ella se observa como la gestión del grupo gira en torno a los proyectos de investigación, por ejemplo se muestra que un director de proyecto puede dirigir dos proyectos a la vez, uno con un estudiante de maestría solamente, y otro con un estudiante de maestría y un grupo de estudiantes de pregrado; además teniendo en cuenta que el director del grupo está al tanto de los proyectos que están en marcha dentro del grupo de investigación.

²⁰ Por sus siglas en inglés, *Computation Independent Model*

Figura 23: Modelo independiente de la computación



El OMG aparte de promover herramientas como UML y MDA entre otras, también presenta una llamada Business Process Model Notación (BPMN²¹), esta define una serie de diagramas que representan el flujo de trabajo, se muestra en un modelo gráfico de las operaciones que se realizan en el negocio (White & Corporation, 2004).

El modelo MDA no define qué herramientas se deben usar en la definición de cada uno de sus modelos, pero los autores consideran como un aporte al modelo MDA, sugerir que se estandarice la realización del modelo CIM usando BPMN, ya que de esta forma se elimina subjetividad en los modelos que se realizan.

Explicar el uso de los componentes de BPMN, las herramientas software libres y pagas que existen, las técnicas para construir los modelos y la validación de los mismos, se escapa de los alcances del presente artículo, pero se recomienda consultar (Bizagi, 2014; Dsouza, 2001; Number & File, 2010; Oya, 2002; Raistrick & Bloomfield, 2004; Relationships, 2000; White, Corp, & States, 1999; White & Corporation, 2004) para mayor información.

En la figura 24 se muestra un diagrama BMPN que modela el proceso de formación de un investigador, en él se observa las calles del estudiante y el director del proyecto, junto con sus respectivas tareas, subtareas, tipos de tareas, compuertas y estados. Este diagrama fue realizado con la herramienta software llamada Bizagi²².

Se observa claramente que este modelo es totalmente independiente de la computación, y muestra uno de los procesos que se realizan al interior de los grupos de investigación. A partir de este diagrama se interpreta la necesidad de que un sistema de información

²¹ Por sus siglas en inglés, *Business Process Model and Notation*

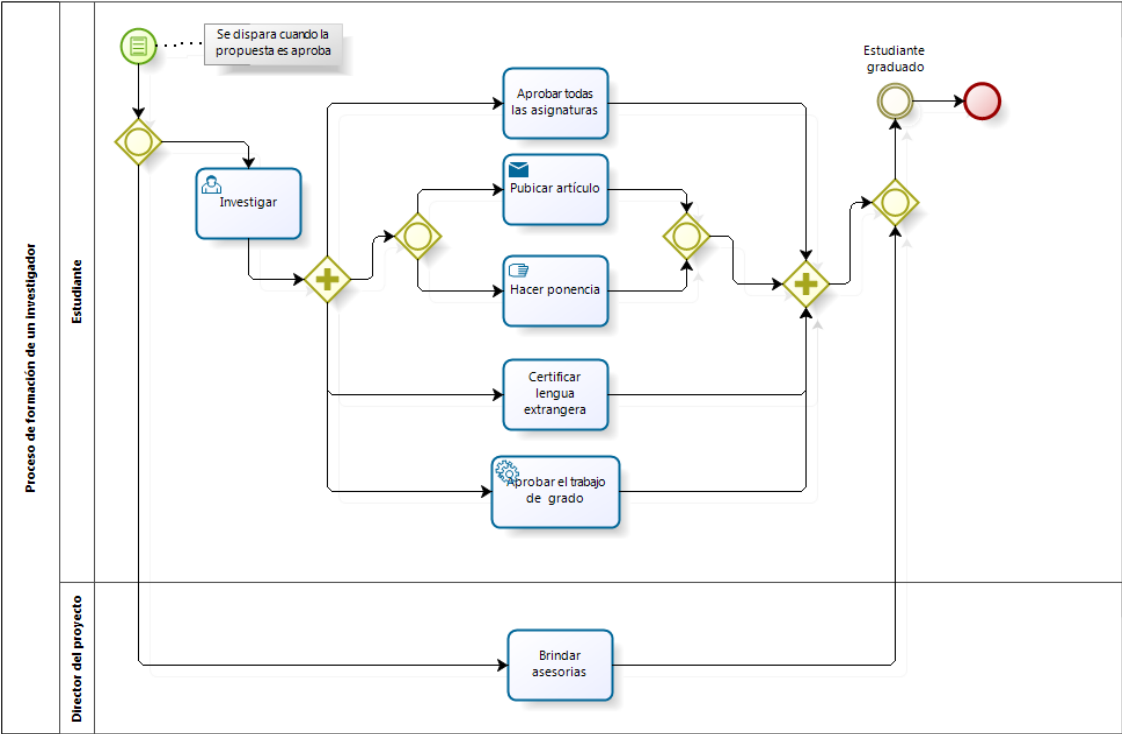
²² Sitio web oficial: www.bizagi.com

gestione la información relacionada con los proyectos de investigación, teniendo en cuenta los actores involucrados en este proceso.

Para realizar el correcto modelamiento de un sistema de información bajo el paradigma de la arquitectura dirigida por modelos, se recomienda realizar no sólo el modelo abstracto de los procesos de negocio (con diagramas subjetivos y no estandarizados), como el que se muestra en la figura 23, sino también realizar el modelado de los procesos más importantes al interior del negocio, utilizando una herramienta estandarizada e internacionalmente aceptada por la comunidad y por distintas disciplinas, como lo es BPMN.

El anexo 5 muestra el modelado de procesos para la gestión de proyectos de investigación. Este modelado de procesos corresponde a los procesos llevados de acuerdo al reglamento general de posgrado.

Figura 24: Proceso de formación de un investigador



4.2 Modelo independiente de la plataforma (PIM²³)

Este modelo relaciona los procesos con el sistema de información, estableciendo los requerimientos (Mejía S., Ismael SantiagoPeña, Peña R., & Moreno M., 2012). También representa el modelo de procesos de negocio a ser implementado, comúnmente se usa UML (Raistrick & Bloomfield, 2004) o uno de sus derivados.

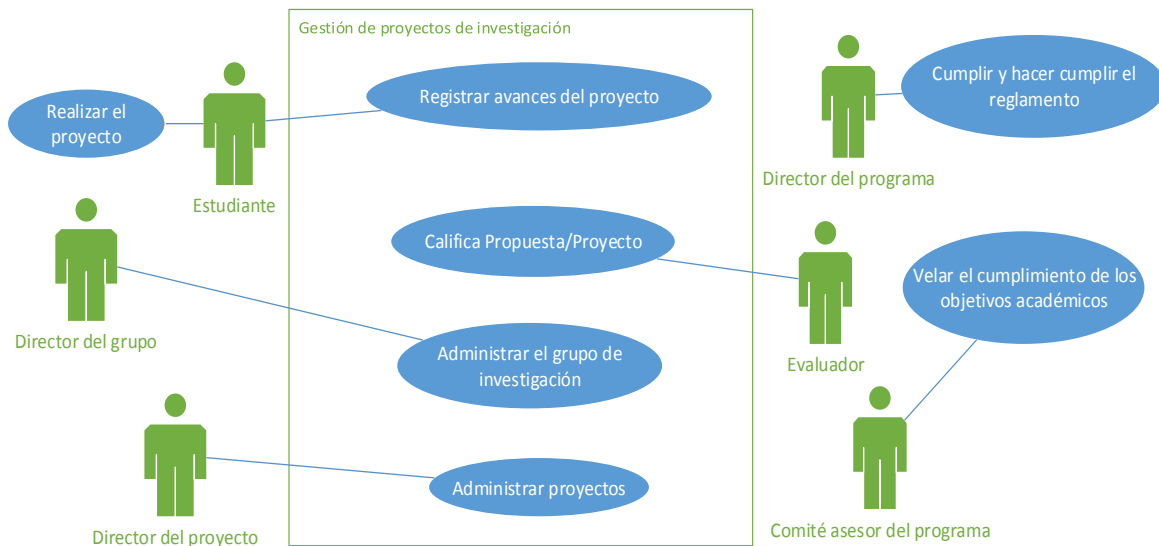
En este modelo no se hace referencia a la(s) plataforma(s) desplegada(s) en la aplicación (Adrián, 2006), también se ignoran los sistemas operativos, los lenguajes de programación, el hardware y la tipología de red.

Tampoco se hace referencia a los patrones de seguridad que se deben desplegar en el aplicativo software, auditorías a tablas en la base de datos, centros de proveedores de datos (Moral-García, Moral-Rubio, Fernández, & Fernández-Medina, 2014).

En la figura 25 se muestra un diagrama de casos de uso para el sistema de información de gestión de proyecto, en él se observan los actores principales del sistema: el estudiante, el director del proyecto y el director del grupo de investigación; estos tres actores son los más representativos dentro del proceso de negocio de la gestión de proyectos.

También se evidencia que el caso de uso realizado por el estudiante: Realizar el proyecto, es una actividad relevante que realiza el estudiante, pero se escapa de los límites del sistema de información.

Figura 25: Diagrama de casos de uso



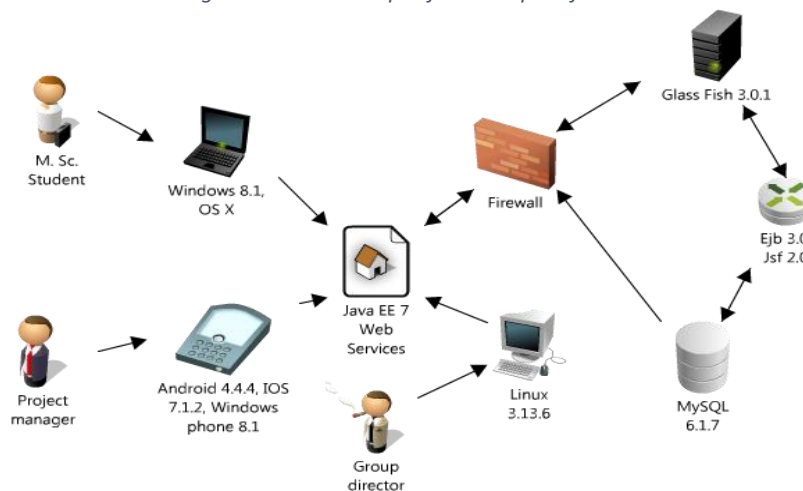
²³ Por sus siglas en inglés, *Platform Independent Model*

4.3 Modelo específico de la plataforma (PSM²⁴)

Este modelo representa la proyección del PIM en una plataforma específica (Miller & Mukerji, 2001) en la figura 26 se puede observar esta proyección, un PIM puede generar múltiples PSM, cada uno con una tecnología distinta, Los PSM deben colaborar entre sí para una solución completa y consistente.

Si este modelo no da suficientes detalles, se puede servir como un PIM para otro refinamiento a un PSM (Lara, 2005). Estos modelos tienen que lidiar específicamente con los sistemas operativos, los lenguajes de programación, las plataformas de desarrollo, entre otros aspectos arquitectónicos.

Figura 26: Modelo específico de la plataforma



4.4 Modelo de implementación

Una implementación es una especificación, la cual provee toda la información necesaria para construir un sistema de información y ponerlo en operación (Miller & Mukerji, 2003). Este modelo representa el código desplegable, normalmente en un lenguaje de programación de alto nivel, como Java, C#, C ++, VB, JSP, etc, idealmente el modelo de código está listo para compilar y no debería requerir la intervención humana (Adrián, 2006).

Este modelo debe ser generado a partir de un modelo PSM. Existen varias técnicas de generación: lenguaje de plantillas, lenguaje procedimental y técnicas de patrones; también existe soporte para el código generado: Frameworks, templates y metaprogramación (Lara, 2005).

A continuación se describen las características de este modelo.

²⁴ Por sus siglas en inglés, *Platform Specific Model*

4.4.1 Arquitectura del proyecto

Este proyecto se desarrolló utilizando la arquitectura Java Enterprise Edition, la cual es una plataforma para el desarrollo de aplicaciones cliente servidor. Algunos beneficios de utilizar Java son: transparencia de la ubicación, visión orientada a objetos de la base de datos, manejo transaccional, seguridad, alta disponibilidad y portabilidad (Navarro, 2010).

Java Enterprise Edition, define un conjunto de estándares que habilita soluciones para el manejo y desarrollo de aplicaciones multicapa que son centralizadas en el servidor, su fin es ser utilizado principalmente en el desarrollo de aplicaciones empresariales ya que sus especificaciones y funcionalidades son orientadas a negocios (Rodríguez, González Moreno, & Murillas Herrera, 2008).

El paradigma MVC²⁵, es un diseño conocido de separación de la lógica de interfaz y la lógica de negocio mediante la introducción de una capa llamada controlador, de esta forma una aplicación se divide en tres capas (Puebla Hernández & García Dopico, 2009):

- El modelo es el responsable de los datos de la aplicación y la ejecución de la lógica de negocio.
- La vista es la responsable de mostrar los datos a los usuarios y presentar los elementos de interfaz necesarios para que interactúen con el sistema.
- El controlador es el intermediario entre el modelo y la vista.

En esta arquitectura los beans representan los datos, los servlets gestionan las peticiones de los clientes, reenvían las peticiones a las páginas JSP, y las páginas JSP acceden a los beans de resultados (Pavón Mestras, 2013).

Una aplicación Java se entrega en un archivo JAR (Java Archive), un archivo de archivos WAR (Web) o un archivo EAR (Enterprise Archive). Un archivo WAR o EAR es un estándar JAR (.jar) con una extensión .war o .ear. Utilizando JAR, WAR, y archivos EAR y los módulos permiten montar un número de diferentes aplicaciones Java EE utilizando algunos de los mismos componentes. No se necesita ninguna codificación adicional; es sólo una cuestión de montaje (o embalaje) varios módulos Java EE en JAR Java EE, WAR, o archivos EAR.

Un archivo EAR contiene módulos Java y, opcionalmente, los descriptores de despliegue. Un descriptor de despliegue, un documento XML con una extensión .xml, se describe la configuración de despliegue de una aplicación, un módulo o un componente. Dado que la información de descriptor de despliegue es declarativa, que se puede cambiar sin la necesidad de modificar el código fuente. En tiempo de ejecución, el servidor Java EE lee el

²⁵ Por sus siglas, Modelo Vista Controlador

descriptor de despliegue y actúa sobre la aplicación, módulo o componente en consecuencia.

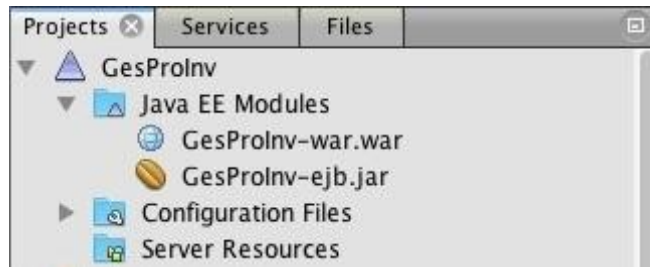
Un módulo Java consta de uno o más componentes de Java para el mismo tipo de envase y, opcionalmente, un componente descriptor de despliegue de ese tipo. Un bean enterprise descriptor de despliegue del módulo, por ejemplo, declara atributos de transacción y las autorizaciones de seguridad para un bean enterprise. Un módulo Java puede implementarse como un módulo independiente.

Módulos Java EE son de los siguientes tipos:

- Módulos EJB, que contienen los archivos de clases de beans de empresa y, opcionalmente, un descriptor de despliegue EJB. Módulos EJB son empaquetados como ficheros JAR con una extensión .jar.
- Módulos Web, que contienen archivos de servlets de clase, los archivos web, archivos de clase de apoyo, archivos de imágenes y HTML, y, opcionalmente, un descriptor de despliegue de aplicaciones Web. Módulos Web se empaquetan como archivos JAR con una extensión .war (archivo web).
- Módulos de cliente de aplicación, que contienen los archivos de clase y, opcionalmente, un descriptor de despliegue del cliente de aplicación. Módulos de cliente de aplicaciones se empaquetan como archivos JAR con una extensión .jar.
- Módulos de adaptador de recursos, que contienen todas las interfaces de Java, clases, bibliotecas nativas, y, opcionalmente, un descriptor de implementación del adaptador de recursos. Juntos, estos implementan la arquitectura del conector (ver Java EE Connector Architecture) para un estudio de impacto ambiental en particular. Módulos adaptadores de recursos son empaquetados como ficheros JAR con una (archivo adaptador de recursos) extensión .rar.

En la figura 27 se muestra la arquitectura del proyecto, este se nombra: GesProInv, y es una aplicación Java Empresarial, en la imagen se observa la separación de las capas indicadas en el modelo específico de la plataforma. En esta figura se muestra como se empaquetan los módulos de Java EE, los archivos de configuración, y los recursos del servidor.

Figura 27: Paquete EAR



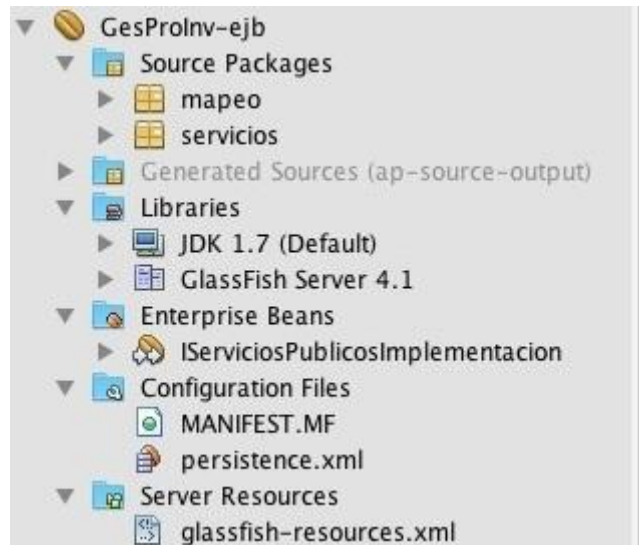
En la figura 28 se muestra el paquete WAR del proyecto, se puede observar que allí se almacenan las páginas web, las plantillas del sistema, las imágenes usadas y las hojas de estilos. También se observan los controladores, que son los encargados de llevar la información desde la capa del usuario hasta el servidor.

Figura 28: Paquete WAR



En la figura 29 se muestra el paquete EJB, el que contiene el mapeo de las entidades de la base de datos, los servicios usados en el aplicativo, las librerías usadas por el proyecto, y otros archivos de configuración necesarios en proyectos empresariales de Java.

Figura 29: Paquete EJB



4.4.2 Modelo de datos

El modelo de datos se construyó en base a los diagramas entidad relación que se han mostrado anteriormente, se utilizó la herramienta mysql workbench²⁶ la versión 6.2.3 para Mac OS X.

En el modelo de datos, según las necesidades, se creó una tabla por cada clase de cada diagrama entidad relación, y después de un análisis se definieron los atributos con sus respectivas relaciones.

El modelado de del sistema de información, y los anexos que se manejan en el reglamento general de posgrado, se encuentran en el anexo 6.

4.4.3 Prototipos de interfaz de usuario

En el diseño de interfaces de usuario es muy importante tener en cuenta principios de diseño que faciliten su uso. Por este motivo, se han de realizar diferentes prototipos a lo largo del diseño de la interfaz para comprobar de primera mano que problemas habituales tiene el usuario cuando hace uso del sistema y poder así mejorar la interacción de este con la aplicación (Durango Banco, 2014).

²⁶ Sitio oficial: <http://www.mysql.com/products/workbench/>

El prototipo fue creado con la herramienta Justinmind²⁷. Esta herramienta permite diseñar la interfaz final de la web con todo tipo de detalles, por lo que es posible realizar las pruebas de usabilidad oportunas antes de diseñar la interfaz real de la aplicación.

A la hora de diseñar el prototipo, es muy importante que sea atractivo, es decir, que llame la atención del usuario al acceder a este. En este aspecto se ha de tener en cuenta que para cumplir este requisito visual no es necesario inundar la web con objetos, menús o imágenes que no sean realmente necesarios o aporten algo al buen funcionamiento de la web, evitando por todos los medios la creación de iconos y menús ambiguos que pueden generar un despiste en el usuario.

De forma general, se intenta que el sistema de información tenga consistencia (Schneiderman) entre todas las páginas de las que dispone, es decir, la agrupación de los menús, iconos, cuadros con información, etc. Se ordenan de la misma forma en todas las secciones de esta. Con esto se permite que el usuario tenga un mayor grado de asimilación de la web, aportando reconocimiento antes que recuerdo (Nielsen, 1995), de este modo si el usuario es capaz de controlar la página de inicio será capaz de navegar sin problemas por el resto de la aplicación.

En la figura 30 se muestra un prototipo de interfaz de usuario, este hace parte del módulo de la gestión de los interesados, más específicamente, se maneja la entidad personas. En el prototipo se muestra el listado de personas que se han ingresado a la base de datos, con su respectiva información: cédula, nombre, correo y teléfono; los demás datos como son la contraseña y el grupo de investigación, se almacenan pero no se muestran en esta pantalla. Esta pantalla es útil para conocer las personas interesadas que se encuentran involucrados en un determinado proyecto, también se utiliza para realizar cualquier tipo de informe en la entidad persona.

Continuando con el módulo de gestión de los interesados, específicamente con la entidad personas, en la figura 31 se muestra una pantalla que sirve para ingresar nuevas personas al sistema, y para editar las personas ya ingresadas, en él se observa cómo se solicitan los datos necesarios: cédula, nombre, correo, teléfono, contraseña y grupo de investigación. En esta pantalla antes de ingresar los datos a la base de datos, se validan de acuerdo al tipo de datos requerido en la base de datos.

Las figuras 30 y 31 que representan los prototipos, se muestran a manera de ejemplo, los demás prototipos de los diez módulos mencionados anteriormente en el capítulo 3.

²⁷ Sitio oficial: <http://www.justinmind.com/>

Figura 30: Prototipo que lista las personas

Idpersona	Cedula	Nombre	Correo	Telefono
1	1234	Publico	publico@publico.com	6344000
2	91540775	Jaime Yesith Valencia Galván	yesithvalencia@gmail.c	6344000
3	12345678	Enrique Sarmiento	esarmiento@uis.edu.co	6344000
4	12345678	Luis Eduardo Becerra Ardila	lbecerra@uis.edu.co	6344000
5	12345678	Elberto Carrillo	elcarin@uis.edu.co	6344000
6	123456	Álvaro Ramírez García	rector@uis.edu.co	6344000
7	1234567	Carlos humberto Carreño Díaz	cachucadi@gmail.com	6344000
8	122346	Gladys Noriega Prada	maesinfo@uis.edu.co	6344000

Figura 31: Prototipo para ingresar/editar personas

EDIT PERSONA ✕

Idpersona:	4
Cedula: *	<input type="text" value="12345678"/>
Nombre: *	<input type="text" value="Luis Eduardo Becerra Ardila"/>
Correo:	<input type="text" value="lbecerra@uis.edu.co"/>
Telefono:	<input type="text" value="6344000"/>
Contrasenna: *	<input type="text" value="12345678"/>
Fk Grupo Investigacion:	<input type="text" value="Innovación tecnológica"/> ▼

5. CONCLUSIONES

Con la descripción del ciclo de vida de los proyectos de investigación, por medio de instrumentos de captura de datos y de literatura, se pudo encontrar que el 53 % de los encuestados iniciaron el desarrollo del proyecto en el segundo año, el 50 % de los encuestados tuvieron un nivel de dificultad Alto al momento de evaluar los métodos de investigación apropiados, y el 86 % de los encuestados no ha cumplido con el cronograma de investigación; lo que muestra que aunque el inicio del desarrollo del proyecto se da en las fechas establecidas, la finalización del proyecto pocas veces se da de acuerdo a lo establecido en el plan. Es por esto que se necesita una herramienta que apoye a los estudiantes de maestría en la gestión de sus proyectos de investigación.

Gracias a la revisión sistemática realizada alrededor del tema de la gestión de proyectos, desde el año 2002 hasta el 2012, se pudo encontrar que aunque los negocios han incrementado su priorización en el desarrollo de proyectos y los sistemas de gestión de proyectos son considerados como ventajas en ambientes competitivos, se han presentado inconvenientes pues algunos proyectos han sido cancelados, otros presentaron sobrecostos, y la mayoría no cumple con el alcance, los tiempos o el presupuesto.

La realización de la revisión sistemática, junto con la aplicación de un instrumento de medición y la revisión de trabajos previos, constituyen un insumo fundamental y casi obligatorio al momento de detectar o definir una oportunidad de investigación, ya que con estos tres elementos se cuenta con una base sólida y objetiva para justificar un proyecto, especialmente uno de investigación.

Con base en la lectura del reglamento general de posgrado (Acuerdo 075 del 2013), se procedió a realizar el modelado de los procesos mencionados en el Título V: Estudiantes de maestría; algunos procesos modelados fueron: admisión, evaluar el trabajo de grado y evaluar la propuesta de investigación, entre otros; esto se realizó con el lenguaje BPMN (un nuevo estándar para el modelado de procesos de negocio), utilizando la herramienta software Bizagi, con el fin de describir el ciclo de vida de los proyectos de investigación. Este modelado hace parte del modelo independiente de la computación mencionado en el numeral 4.1, y se muestra en su totalidad en el anexo 5.

Aunque UML permite realizar un nivel de especificación de requisitos, gracias a sus distintos diagramas, el analista del sistema en caso de un proyecto empresarial, o el investigador en caso de un proyecto de maestría, es necesario que conozca el proceso que se lleva a cabo dentro del fenómeno de estudio para poder proponer alternativas de solución; y aunque UML tiene grandes beneficios, no es apropiado en su totalidad para esta labor. Para ello se debe realizar el modelado de procesos utilizando el lenguaje BPMN

(u otro similar), permitiendo de esta forma tener un conocimiento mayor acerca de los procesos que se llevan a cabo dentro de un negocio, como son las tareas, los actores, los eventos y las compuertas condicionales.

Por medio de la aplicación de dos encuestas (una a estudiantes de maestría y otra a directores de proyectos de maestría que se encuentran en el Anexo 1, 2, 3) y la realización de la revisión sistemática alrededor de la temática de gestión de proyectos desde el año 2002 hasta el 2012 (la cual se encuentra en el anexo 4), se determinaron cuáles eran las necesidades relacionadas con el presente proyecto.

Con los procesos anteriores se consideró satisfecho el primer objetivo específico propuesto.

El PMBOK define que las fases de un proyecto son: inicio, planificación, ejecución, seguimiento y control; y por medio de la aplicación de un instrumento de medición se determinó que las fases aplicables a los proyectos de investigación son: revisión de la literatura, formulación de la propuesta, ejecución, evaluación de resultados y documentación final. Esto muestra que el cuerpo de conocimiento compilado en el PMBOK se puede aplicar, bajo ciertas modificaciones, a los proyectos de investigación.

Con base en la lectura del PMBOK 2014 quinta edición, se extrajo cuáles eran las herramientas y técnicas relevantes para la gestión de proyectos de investigación, las áreas de conocimiento, sus entradas, procesos y salidas; se comparó la propuesta del PMBOK con las necesidades halladas como se relató en párrafo anterior, se complementaron y adaptaron, y se establecieron las necesidades, las que se encuentran en el anexo 7: documento de requisitos del sistema, satisfaciendo así el segundo objetivo específico.

Además se modelaron los casos de uso y los diagramas entidad/relación cuando era apropiado; estas principales características del PMBOK que se pueden aplicar a los proyectos de investigación, se encuentran especificadas en el capítulo 3 quedando así satisfecho el tercer objetivo específico.

Se realizó el modelo de datos del sistema de información (partiendo de los requisitos mencionados y de los diagramas entidad relación y casos de uso), el cual se encuentra en el anexo 6; y se realizaron las interfaces de pantalla que se encuentran en el Cd anexo, con el fin de realizar el prototipo del sistema de información para la gestión de proyectos GesProInv, todo esto para satisfacer el cuarto objetivo específico.

El modelo de sistema de información ha sido desarrollado tomando como caso de estudio los proyectos de investigación gestionados en el grupo de investigación INNOTEC, pero también podría utilizarse en los demás grupos de investigación de la UIS que realicen

proyectos de investigación, ya que el modelo gestiona las áreas de conocimiento propuestas por el PMBOK y aplicadas en los proyectos de investigación,

6. RECOMENDACIONES

El prototipo que se desarrolló fue hecho bajo el paradigma cloud computing, el cual agrega un gran valor al proyecto, pues el software se ofrece como servicio y no como producto, pero aprovechando el auge de los dispositivos móviles, se plantea desarrollar una aplicación móvil (en la cual los directores del proyecto puedan conocer el estado del avance de los proyectos que dirigen y las revisiones que tienen pendiente realizar con sus estudiantes; y los investigadores conozcan el estado del arte relacionado con sus proyectos, y el estado del avance de su proyecto) y probar este modelo de negocio especialmente para los grupos de investigación.

A través de la elaboración de la revisión sistemática de la gestión de proyectos, enfocada a los proyectos de investigación, se encontró que el PMBOK es una guía que pretende recopilar y clasificar todo el cuerpo de conocimiento en el ámbito de la gestión de proyectos, y que puede ser adaptada a diferentes tipos de proyectos, por lo cual se espera que en un futuro, existan más proyectos de investigación como el presente, que aprovechen las ventajas y beneficios del PMBOK.

El sistema de información desarrollado se constituye en un prototipo funcional, pero se recomienda que con un proyecto de pregrado se tomen los avances de la presente investigación, se evalúen para realimentar las especificaciones y se desarrolle una versión final del sistema de información planteado, y que además de apoyar la gestión de la maestría de ingeniería de sistemas, pueda apoyar la maestría de ingeniería industrial y así las demás maestrías de la facultad.

Para dar continuidad al presente proyecto se recomienda que: 1) El director del grupo de investigación en el que se desarrolló el presente proyecto de investigación (INNOTEC) gestione la plataforma tecnológica para poder montar en producción el prototipo desarrollado, 2) Los involucrados en el proyecto (estudiante de maestría, director del proyecto, director del grupo de investigación, director del programa, secretaria de la escuela, comité asesor del programa y los calificadores de las propuestas y de los trabajos de investigación) usen el prototipo desarrollado y detecten las mejoras que se le podrían realizar al sistema y, 3) Un grupo de estudiantes de pregrado tomen las especificaciones del anexo 7 y junto con las mejoras detectadas por los involucrados, se desarrolle una segunda versión de GesProInv como parte de un proyecto de pregrado, que se libere para todas las escuelas y se analice qué tan conveniente sería implantar el sistema para gestionar también proyectos de pregrado y de doctorado.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adrián, V. A. (2006). MDA : Reusabilidad Orientada al Negocio. Retrieved from http://www.epidataconsulting.com/tikiwiki/tiki-print_article.php?articleId=55
- Alavi, M., Carlson, P. (1992). A review of MIS research and disciplinary development. *Journal of Management Information Systems*, 45–62.
- Arango Ramírez, S. B., Palacio Palacio, M. A., Olaya Ferreira, G., Bautista Cotrino, L. R., & Arias Prieto, M. del C. (2004). Guia de Administración del Riesgo. *Departamento Administrativo de La Funcion Pública, I*, 67.
- Bakker, R. M. (2010). Taking Stock of Temporary Organizational Forms: A Systematic Review and Research Agenda. *International Journal of Management Reviews*, 12(4), 466–486. doi:10.1111/j.1468-2370.2010.00281.x
- Baxter, P., & Jack, S. (2008). Qualitative Case Study Methodology : Study Design and Implementation for Novice Researchers. *The Qualitative Report*, 13(4), 544–559.
- Benbasat, I., Goldstein, D. K., & Mead, M. (2012). The Case Research Strategy in Studies of Information Systems. *Management Information Systems Research Center*, 11(3), 369–386.
- Bendoly, E., & Swink, M. (2007). Moderating effects of information access on project management behavior, performance and perceptions. *Journal of Operations Management*, 25(3), 604–622. doi:10.1016/j.jom.2006.02.009
- Bizagi. (2014). Bpmn 2.0, Bizagi Suite, 0–24.
- Brauers, W. K. M., & Zavadskas, E. K. (2010). Project management by multimoora as an instrument for transition economies. *Technological and Economic Development of Economy*, 16(1), 5–24. doi:10.3846/tede.2010.01
- Cadena Rivero, M. I., & Ortega Gordillo, M. M. (2005). *Implementación e implantación del sistema de información CPGWEB 2.0 para gestión y control de proyectos de grado a través de la web, en la escuela de ingeniería de sistemas* (Universida., p. 192). Bucaramanga.
- Caniëls, M. C. J., & Bakens, R. J. J. M. (2010). The effects of Project Management Information Systems on decision making in a multi project environment. *International Journal of Project Management*, 30(2), 162–175. doi:10.1016/j.ijproman.2011.05.005
- Davis, F. D., & Venkatesh, V. (2004). Toward Preprototype User Acceptance Testing of New Information Systems: Implications for Software Project Management. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 51(1), 31–46. doi:10.1109/TEM.2003.822468

- DeLone, W. H., & McLean, E. R. (2003). The DeLone and McLean Model of Information Systems Success : A Ten-Year Update. *Journal of Management Informations Systems*, 19(4), 9–30.
- Dsouza, D. (2001). OMG's MDA An architecture for modeling. Enabling Model-Driven integration, 1–16. Retrieved from www.kinetium.com
- Durango Banco, I. (2014). Prototipado de interfaces de usuario. Retrieved from <http://aprendiendo2veces.blogspot.com/2012/05/prototipado-de-interfaces-de-usuario.html>
- Higgins, J. P., & Green, S. (2011). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of interventions* 4.2.6. (G. S., Ed.) (p. 256). Chichester, United Kingdom: The Cochrane Collaboration.
- Huchzermeier, A., & Loch, C. H. (2012). Project management under risk: Using the real options approach to evaluate flexibility in R&D. *Management Science*, 47(1), 85–101.
- Jia, G., Ni, X., Chen, Z., Hong, B., Chen, Y., Yang, F., & Lin, C. (2013). Measuring the maturity of risk management in large-scale construction projects. *Automation in Construction*, 34, 56–66. doi:10.1016/j.autcon.2012.10.015
- Jiménes Morales, O. A., & Preciado Coronado, J. (2006). *La desilusión sexenal" El abstencionismo electoral y el detrimento/ estancamiento del bienestar social y económico FRA de la Zona Metropolitana de Guadalajara, 2003 y 2006*. Universidad de Guadalajara. Universidad de Guadalajara, Guadalajara.
- Keil, M., Rai, A., Ellen, J., Mann, C., & Zhang, G. P. (2003). Why Software Projects Escalate : The Importance of Project Management Constructs, 50(3), 251–261.
- Lara, J. De. (2005). MDA Model Driven Architecture, 69.
- Lee, S.-K., & Yu, J.-H. (2012). Success model of project management information system in construction. *Automation in Construction*, 25, 82–93. doi:10.1016/j.autcon.2012.04.015
- Lyneis, J. M., & Ford, D. N. (2007). System dynamics applied to project management : a survey , assessment , and directions for future research, 23(2), 157–189. doi:10.1002/sdr
- Mahaney, R. C., & Lederer, A. L. (2003). Information systems project management: an agency theory interpretation. *Journal of Systems and Software*, 68(1), 1–9. doi:10.1016/S0164-1212(02)00132-2
- Mejía S., Ismael SantiagoPeña, R., Peña R., J. I., & Moreno M., C. E. (2012). Modelo de sistema de información para apoyar la gestión ambiental proactiva en PyMEs. *Escuela de Administración de Negocios*, 116–135.
- Miller, J., & Mukerji, J. (2001). Model Driven Architecture (MDA), 1–31.

- Miller, J., & Mukerji, J. (2003). MDA Guide Version 1.0.1, (June).
- Moral-García, S., Moral-Rubio, S., Fernández, E. B., & Fernández-Medina, E. (2014). Enterprise security pattern: A model-driven architecture instance. *Computer Standards & Interfaces*, 36(4), 748–758. doi:10.1016/j.csi.2013.12.009
- Mulrow, C. (1994). Rationale for systematic reviews, 309(891), 6954.
- Murillo, F. J., Madera Payeta, A., Martín Monasterio, I., Jaraiz Lara, A., Cantador Gutierrez, R., Sánchez Sánchez, J. C., & Varas Moreno, R. (2003). *Estudio de casos*. (U. A. de Madrid, Ed.) (p. 14). Madrid, España.
- Navarro, J. C. (2010). Arquitectura de Aplicaciones Empresariales en Java.
- Neale, P., Thapa, S., & Boyce, C. (2006). PREPARING A CASE STUDY : A Guide for Designing and Conducting a Case Study for evaluation input. *Pathfinder International Tool Serires*, (May).
- Number, O. M. G. D., & File, P. D. F. A. (2010). BPMN 2.0 by Example, 0(June).
- Oya, M. (2002). MDA and System Design. *MDA Information Day during the OMG Technical Meeting*, (April), 1–47.
- Park, M., & Peña-Mora, F. (2003). Dynamic change management for construction: introducing the change cycle into model-based project management. *System Dynamics Review*, 19(3), 213–242. doi:10.1002/sdr.273
- Pavón Mestras, J. (2013). Aplicaciones Web/Sistemas Web. Madrid, España: Universidad Complutense Madrid.
- Perry, D. E., Sim, S. E., & Easterbrook, S. (2006). Case studies for software engineers. *Proceeding of the 28th International Conference on Software Engineering - ICSE '06*, 1045. doi:10.1145/1134285.1134497
- Petticrew, M., & Roberts, H. (2006). *Systematic Reviews in the Social Sciences* (p. 354). Malden, USA: Blackwell Publishing.
- Pich, M. T., Loch, C. H., & Meyer, A. De. (2012). On Uncertainty , Ambiguity , in and Complexity Project Management. *Management Science*, 48(8), 1008–1023.
- Pitsis, T. S., Clegg, S. R., Marosszeky, M., & Rura-Polley, T. (2012). Constructing the Olympic Dream: A Future Perfect Strategy of Project Management, 14(5), 574–590.
- PMBOK. (2014). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge* (Fifth Edit., p. 616).

- Prada, M. (2011). *Diseño, Implementación y Puesta en Funcionamiento de los Módulos de Ejecución, Seguimiento y Control, Consultas e Informes Generales del Sistema de Gestión de Proyectos* (Universida., p. 80). Bucaramanga.
- Puebla Hernández, I., & García Dopico, A. (2009). *Arquitectura y diseño de un sistema de gestión de valores de bolsa* (p. 133). Madrid, España.
- Raistrick, C., & Bloomfield, T. (2004). Model Driven Architecture – An Industry Perspective. *Perspective*, 3069, 330–350.
- Raymond, L., & Bergeron, F. (2008). Project management information systems: An empirical study of their impact on project managers and project success. *International Journal of Project Management*, 26(2), 213–220. doi:10.1016/j.ijproman.2007.06.002
- Relationships, S. (2000). OMG : We Set the Standard TM.
- Rodríguez, J. A., González Moreno, J., & Murillas Herrera, T. (2008). Software basado en arquitectura de Java EE y estándar SOAP para la validación en línea de listas de sancionados. *Journal of Technology*, (1), 21–26.
- Rose, J., Pedersen, K., Hosbond, J. H., & Kræmmergaard, P. (2007). Management competences, not tools and techniques: A grounded examination of software project management at WM-data. *Information and Software Technology*, 49(6), 605–624. doi:10.1016/j.infsof.2007.02.005
- Rueda, L. C. (2011). *Modelo de Gestión para la Administración de Múltiples Proyectos del Campo Escuela Colorado Bajo los Lineamientos del PMI* (Universida., p. 83). Bucaramanga.
- Stake, R. E. (2010). *Qualitative reserach, studying how things work* (p. 257). New York, New York, USA: The guilford press.
- Tamayo y Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica* (p. 175). Balderas, México: Editorial Limusa.
- Tavares, L. V. (2002). A review of the contribution of Operational Research to Project Management. *European Journal of Operational Research*, 136(1), 1–18. doi:10.1016/S0377-2217(01)00097-2
- Teller, J., & Kock, A. (2013). An empirical investigation on how portfolio risk management influences project portfolio success. *International Journal of Project Management*, 31(6), 817–829. doi:10.1016/j.ijproman.2012.11.012
- White, S. A., Corp, I. B. M., & States, U. (1999). Process Modeling Notations and Workflow Patterns, 1–25.

- White, S. A., & Corporation, I. (2004). Introduction to BPMN, 1–11.
- Williams, T. (2005). Assessing and Moving on From the Dominant Project Management Discourse in the Light of Project Overruns. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 52(4), 497–508. doi:10.1109/TEM.2005.856572
- Yin, R. K. (1981). The Case Study Crisis : Some Answers. *Administrative Science Quarterly*, 26(1), 58–65.
- Yin, R. K. (2004). Complementary Methods for Research in Education,.
- Yin, R. K. (2012). Case Studies : A Continuing Debate.
- Yin, R. K., & Gwaltney, M. K. (1982). Desing issues in qualitative research: The case of knowledge utilization studies.
- Yin, R. K., & Heald, K. A. (1975). Using the Case Survey Method to Anafyze PolicY Studies, 20(September), 371–382.
- ZadahmadJafarlou, M., Moeini, A., & YousefzadehFard, P. (2012). New process: pattern-based model driven architecture. *Procedia Technology*, 1, 426–433. doi:10.1016/j.protcy.2012.02.095

Anexo 1: Instrumento aplicado a estudiantes de maestría

Identificando los problemas en proyectos de investigación

El objetivo de este instrumento es identificar los problemas comunes que se presentan durante el desarrollo de proyectos de investigación.

Está dirigida a estudiantes de maestría que, preferiblemente (pero no únicamente) por lo menos estén trabajando en el desarrollo de su propuesta,

El cuestionario tiene sólo 10 preguntas, que las resolverá en aproximadamente de 3 Minutos.

Gracias de antemano por su tiempo

***Obligatorio**

1. En qué fase de sus estudios se encuentra? *

- Definiendo el tema de investigación
- Elaborando la propuesta de investigación
- Ajustando la propuesta de acuerdo a los aportes hechos por los calificadores
- Iniciando la ejecución del proyecto de investigación
- Finalizando la ejecución del proyecto de investigación
- Ajustando el informe final de acuerdo a los aportes hechos por los calificadores
- Investigación concluida

2. Ha tomado algún curso de capacitación en gestión de proyectos? *

- Sí
- No

3. Seleccione en qué AÑO de iniciado sus estudios ha realizado las actividades que se listan *

Si aún no ha realizado alguna de ellas, seleccione N/A (No Aplica)

	N/A	1	2	3	4
Definiendo el tema de investigación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Elaborando la propuesta de investigación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ajustando la propuesta de acuerdo a los aportes hechos por los calificadores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Iniciando la ejecución del proyecto de investigación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Finalizando la ejecución del proyecto de investigación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ajustando el informe final de acuerdo a los aportes hechos por los calificadores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Investigación concluida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4a. Marque los recursos que ha utilizado para la gestión de su proyecto de investigación *

- Modelo conceptual
- Esquema
- Aplicativo
- Software
- Metodología
- Otro:

4b. De haber utilizado recursos, ingrese los nombres:

5. Seleccione el nivel de dificultad que ha tenido en cada una de las siguientes etapas *

Si aún no ha llegado a alguna de ellas, seleccione N/A (No Aplica)

	N/A	Baja	Normal	Alta
Identificar el problema de investigación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Refinar los objetivos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Refinar las preguntas de investigación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Documentar la revisión de la literatura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Evaluar los métodos de investigación apropiados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Diseñar las herramientas de investigación (encuestas, cuestionarios, entrevistas, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Llevar a cabo la recopilación de los datos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comparar y contrastar los datos encontrados con la literatura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Esbozar las conclusiones evaluando las preguntas de investigación y objetivos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reflexionar sobre las limitaciones y los posibles estudios posteriores en el área	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Documentar el desarrollo del proyecto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. (Si su propuesta ya fue aprobada responda esta pregunta, de lo contrario pase a la siguiente) De acuerdo al estado actual de su investigación, califique la gestión que le ha dado a cada uno de los siguientes ítems:

	Malo	Aceptable	Bueno
Tiempo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Costo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Objetivos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7a. (Si su propuesta ya fue aprobada responda esta pregunta, de lo contrario pase a la siguiente) Ha cumplido con el cronograma de investigación ?

- Sí
- No

7b. Si No lo ha cumplido, ingrese las causas:

8a. (Si su propuesta ya fue aprobada responda esta pregunta, de lo contrario pase a la siguiente) Ha tenido en cuenta el manejo de riesgos en su proyecto?

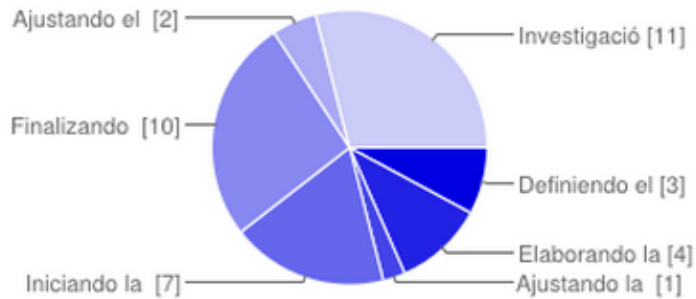
- Sí
- No

8b. Si ha tenido en cuenta, Ingrese cuales:

9. Qué aspectos considera que han sido los más críticos durante el desarrollo de su proyecto? *

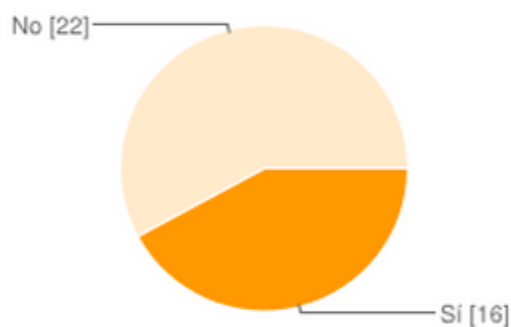
Anexo 2: Respuestas al instrumento aplicado a estudiantes

1. En qué fase de sus estudios se encuentra ?



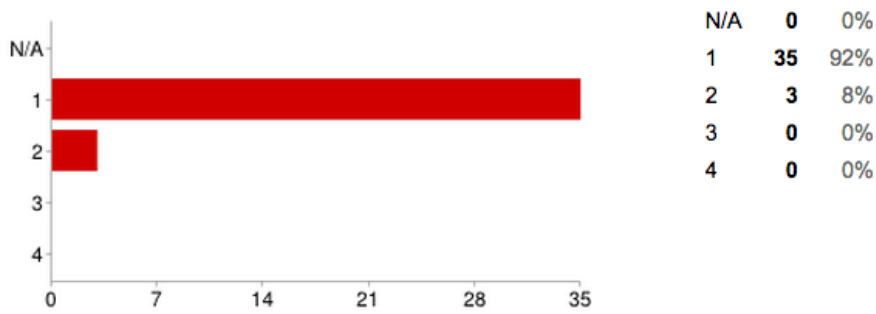
Definiendo el tema de investigación	3	8%
Elaborando la propuesta de investigación	4	11%
Ajustando la propuesta de acuerdo a los aportes hechos por los calificadores	1	3%
Iniciando la ejecución del proyecto de investigación	7	18%
Finalizando la ejecución del proyecto de investigación	10	26%
Ajustando el informe final de acuerdo a los aportes hechos por los calificadores	2	5%
Investigación concluida	11	29%

2. Ha tomado algún curso de capacitación en gestión de proyectos ?

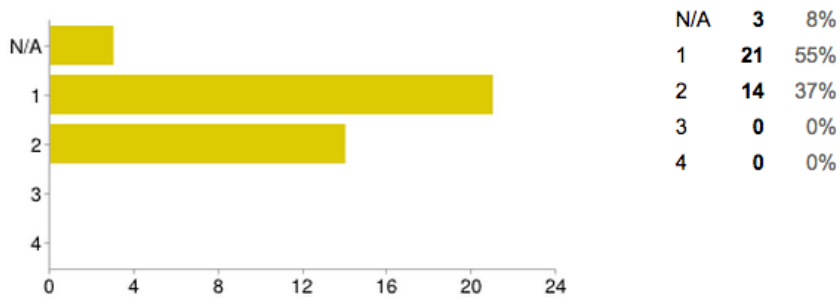


Sí	16	42%
No	22	58%

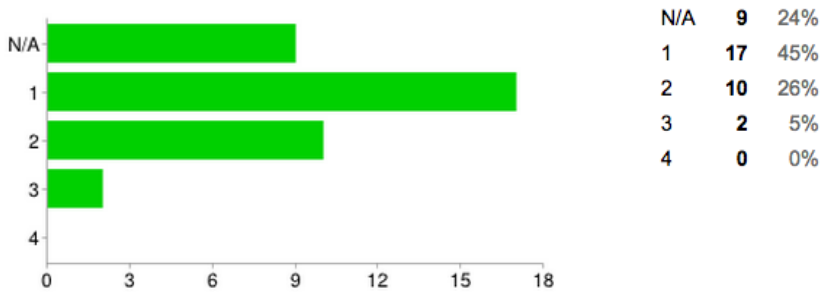
Definiendo el tema de investigación [3. Seleccione en qué AÑO de iniciado sus estudios ha realizado las actividades que se listan]



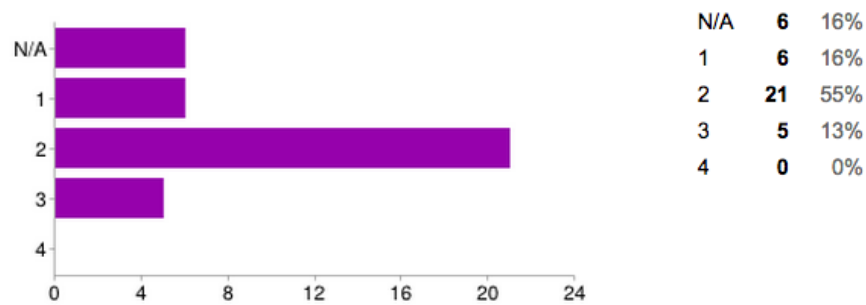
Elaborando la propuesta de investigación [3. Seleccione en qué AÑO de iniciado sus estudios ha realizado las actividades que se listan]



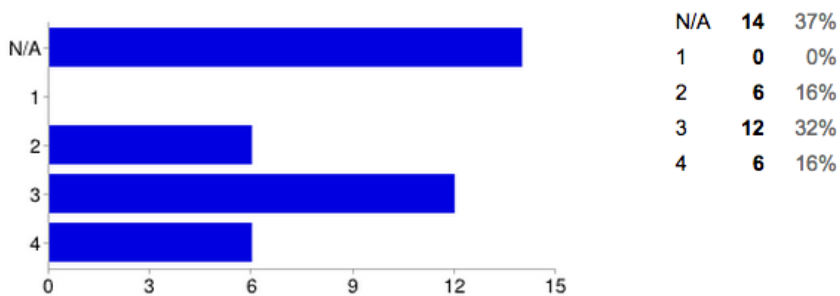
Ajustando la propuesta de acuerdo a los aportes hechos por los calificadoros [3. Seleccione en qué AÑO de iniciado sus estudios ha realizado las actividades que se listan]



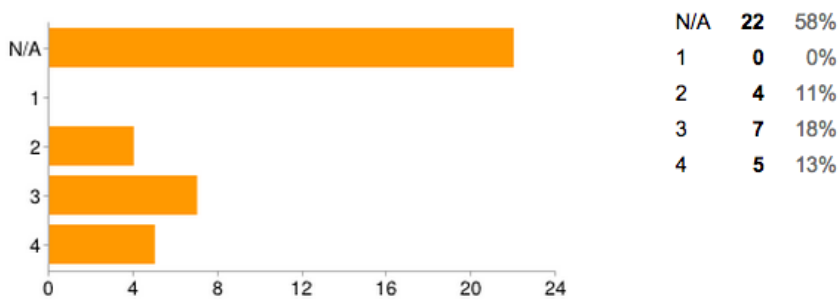
Iniciando la ejecución del proyecto de investigación [3. Seleccione en qué AÑO de iniciado sus estudios ha realizado las actividades que se listan]



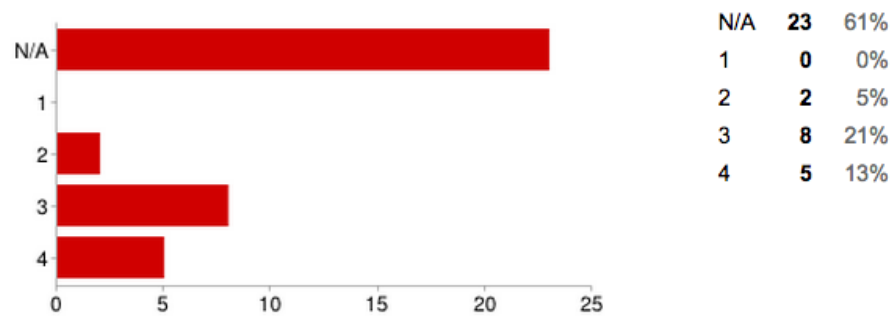
Finalizando la ejecución del proyecto de investigación [3. Seleccione en qué AÑO de iniciado sus estudios ha realizado las actividades que se listan]



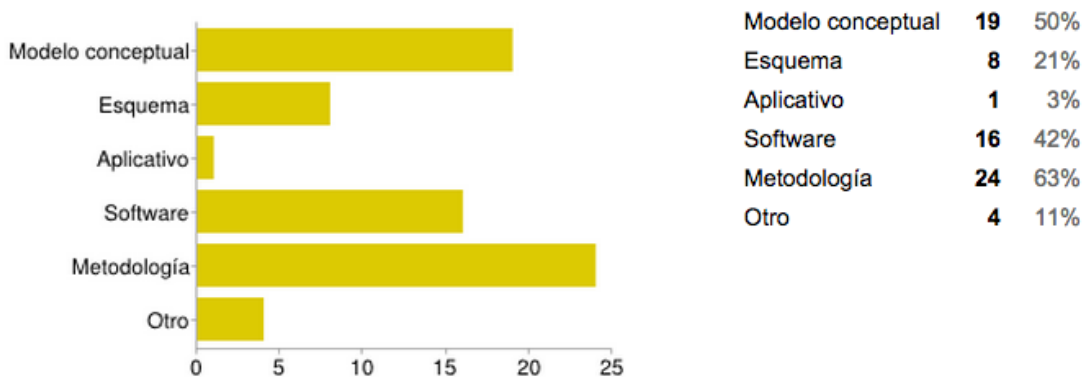
Ajustando el informe final de acuerdo a los aportes hechos por los calificadores [3. Seleccione en qué AÑO de iniciado sus estudios ha realizado las actividades que se listan]



Investigación concluida [3. Seleccione en qué AÑO de iniciado sus estudios ha realizado las actividades que se listan]



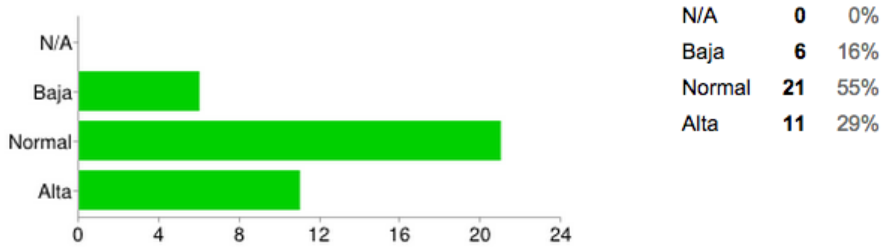
4a. Marque los recursos que ha utilizado para la gestión de su proyecto de investigación



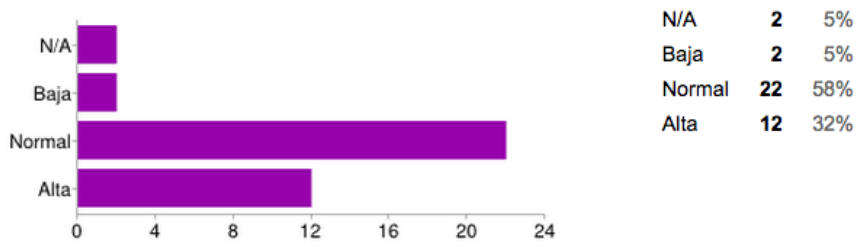
4b. De haber utilizado recursos, ingrese los nombres:

Tarjeta de adquisición de Datos. Acelerómetro Triaxial. Matlab.
Estudiantes de pregrado
Scrum
Modelo Conceptual para le Mejoramiento de procesos Metodologías para el Rediseño de procesos
NVIVO, Case Study
Metodologia de investigación acción y revisión sistematica, software Vanange Point
Instrumentación PMI Metodología de la investigación

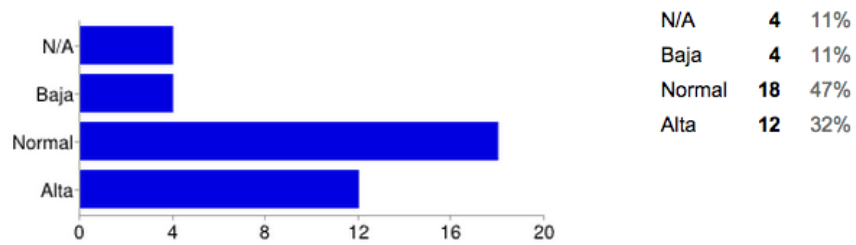
Identificar el problema de investigación [5.Seleccione el nivel de dificultad que ha tenido en cada una de las siguientes etapas]



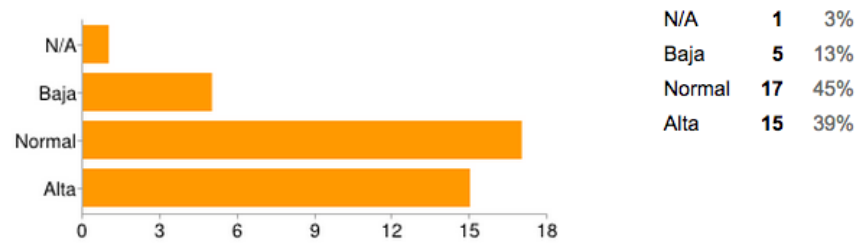
Refinar los objetivos [5.Seleccione el nivel de dificultad que ha tenido en cada una de las siguientes etapas]



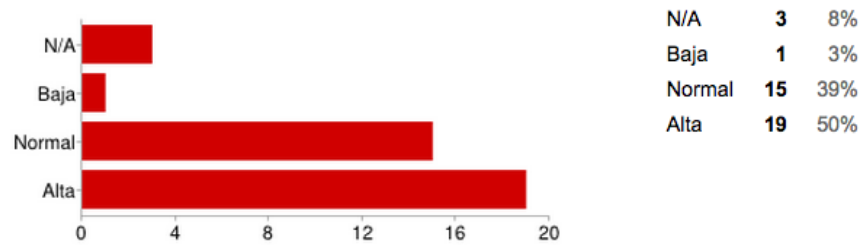
Refinar las preguntas de investigación [5.Seleccione el nivel de dificultad que ha tenido en cada una de las siguientes etapas]



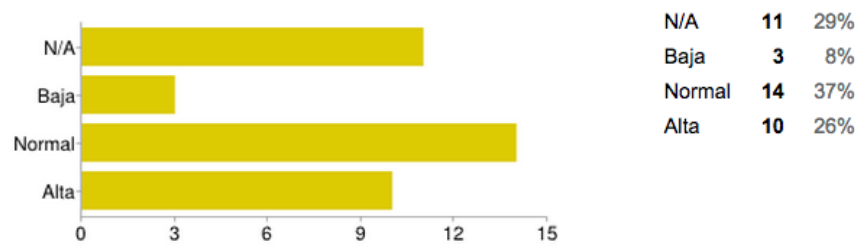
Documentar la revisión de la literatura [5.Seleccione el nivel de dificultad que ha tenido en cada una de las siguientes etapas]



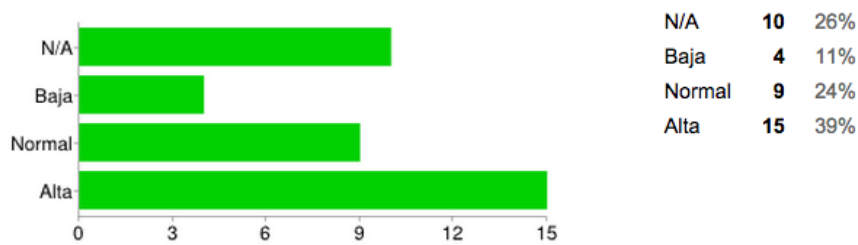
Evaluar los métodos de investigación apropiados [5.Seleccione el nivel de dificultad que ha tenido en cada una de las siguientes etapas]



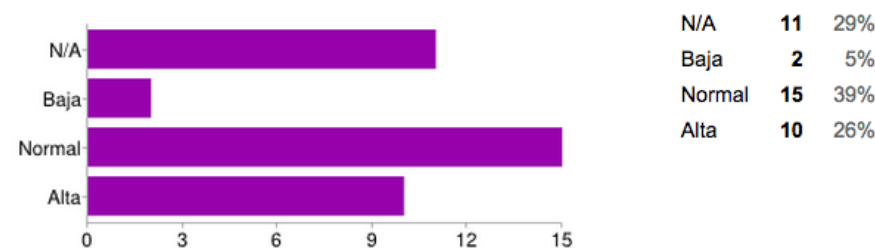
Diseñar las herramientas de investigación (encuestas, cuestionarios, entrevistas, etc) [5.Seleccione el nivel de dificultad que ha tenido en cada una de las siguientes etapas]



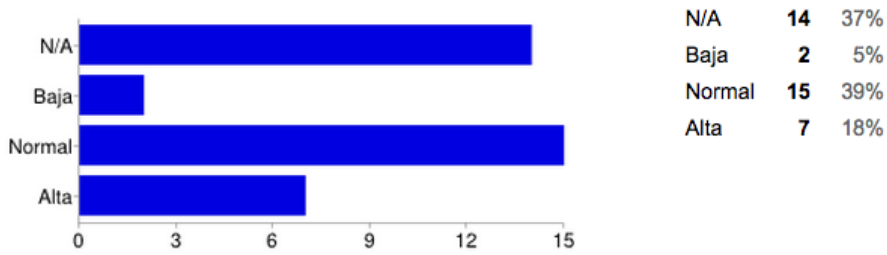
Llevar a cabo la recopilación de los datos [5.Seleccione el nivel de dificultad que ha tenido en cada una de las siguientes etapas]



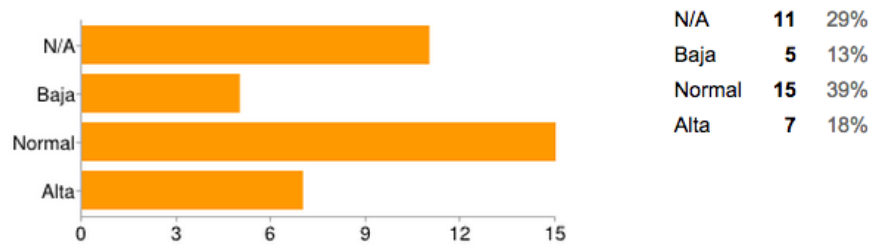
Comparar y contrastar los datos encontrados con la literatura [5.Seleccione el nivel de dificultad que ha tenido en cada una de las siguientes etapas]



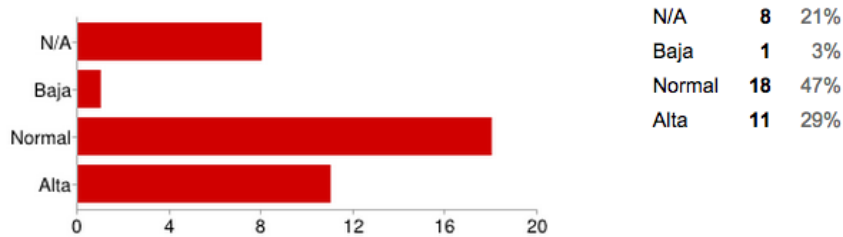
Esbozar las conclusiones evaluando las preguntas de investigación y objetivos [5. Seleccione el nivel de dificultad que ha tenido en cada una de las siguientes etapas]



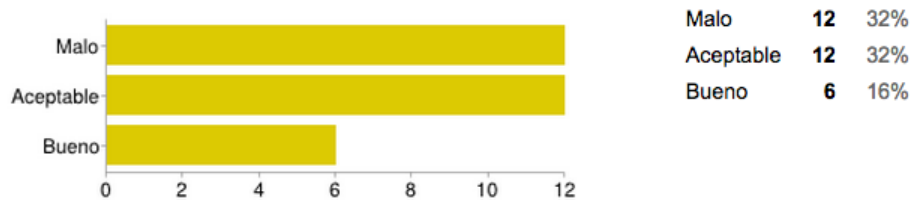
Reflexionar sobre las limitaciones y los posibles estudios posteriores en el área [5. Seleccione el nivel de dificultad que ha tenido en cada una de las siguientes etapas]



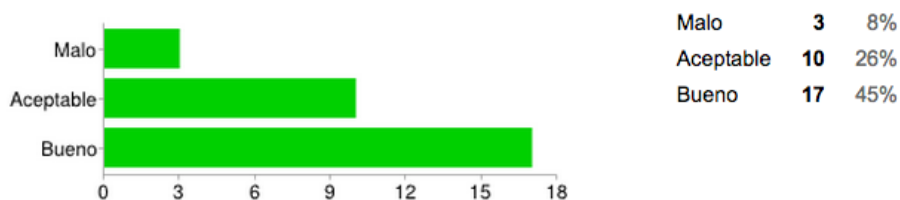
Documentar el desarrollo del proyecto [5. Seleccione el nivel de dificultad que ha tenido en cada una de las siguientes etapas]



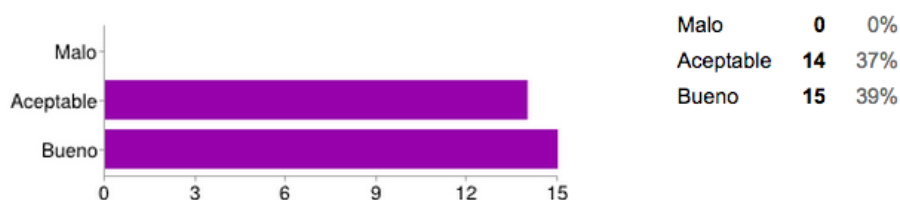
Tiempo [6. (Si su propuesta ya fue aprobada responda esta pregunta, de lo contrario pase a la siguiente) De acuerdo al estado actual de su investigación, califique la gestión que le ha dado a cada uno de los siguientes ítems:]



Costo [6. (Si su propuesta ya fue aprobada responda esta pregunta, de lo contrario pase a la siguiente) De acuerdo al estado actual de su investigación, califique la gestión que le ha dado a cada uno de los siguientes items:]



Objetivos [6. (Si su propuesta ya fue aprobada responda esta pregunta, de lo contrario pase a la siguiente) De acuerdo al estado actual de su investigación, califique la gestión que le ha dado a cada uno de los siguientes items:]



7b. Si No lo ha cumplido, ingrese las causas:

Tiempo invertido en otras actividades de investigación como ponencias y eventos. Actividad docente de beca de sostenimiento, ya que 4 horas de clase implican mas horas reales de preparación.

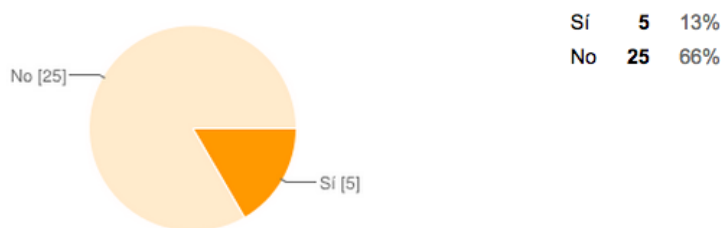
Imprevistos en el camino de la investigación.

dificultad para el acceso a información

Se realizaron actividades no relacionadas con la investigación por motivos financieros; adicionalmente, se finalizó de forma tardía la etapa de aprobación de la propuesta de investigación.

Dificultades para aplicar el modelo pues dependía del tiempo de las clínicas y su tardanza en entregarme la información

8a. (Si su propuesta ya fue aprobada responda esta pregunta, de lo contrario pase a la siguiente) Ha tenido en cuenta el manejo de riesgos en su proyecto ?



8b. Si ha tenido en cuenta, Ingrese cuales:

La ubicación de la tarjeta de adquisición y del acelerómetro no afecten a las personas que utilicen el sistema en su extremidad inferior.

-

El apoyo de estudiantes de pregrado La aprobación de la Institución para la aplicación

Acceso a información, se pensó en una alternativa en caso de que los datos requeridos no estuviesen disponibles.

1) Personal Inadecuado (Jóvenes de pregrado irresponsables) 2) Espacio físico inapropiado para las intervenciones(Caso Unimagdalena)

Disposiciones de tiempo, me demoré mucho más de lo planeado en la culminación de la investigación. Disposiciones

9. Qué aspectos considera que han sido los más críticos durante el desarrollo de su proyecto ?

La falta de un cliente quien tenga delimitada claramente la necesidad y el tema de la investigación

La fase de elaboración y defensa de la propuesta

cumplimiento de los tiempos propuestos inicialmente, debido a situación personal muy compleja de manejar.

Tiempo de recolección de datos y modelado

La recopilación de información

el plantamiento de los objetivos de la propuesta

Clarificar la idea de investigación La falta de herramientas que agilicen el proceso de investigación por ejemplo en la

10. Datos generales

FINANCE AND MANAGEMENT "INFLUENCIA DE LAS PRACTICAS DE GOBIERNO CORPORATIVO EN EL COSTO DE LA DEUDA EN EMPRESA LISTADAS EN LA BOLSA DE VALORES DE COLOMBIA" DLAGOSC@UNAL.EDU.CO

Geomatica, Realidad aumentada en dispositivos móviles enfocado al turismo, oskr226@gmail.com

Bioingeniería GIIB caugusto.vargas@gmail.com

GIROD Robotica de servicio. ing_andres79@yahoo.com

Nayibe, STI Estrategia didáctica virtual para la enseñanza del concepto de representación de modelado

INNOTEC, un modelo de practicas de referencia en gestión de conocimiento y su influencia en la gestión financiera de las IPS de países emergentes: el caso de la red SIMA. lbullaga.coliv@gmail.com

Anexo 3: Instrumento aplicado a directores de proyecto

Caracterización de los proyectos de investigación

El objetivo de este instrumento es caracterizar los proyectos de investigación desde la perspectiva de los directores de proyectos.

***Obligatorio**

1. Cuántos años de experiencia tiene dirigiendo proyectos de investigación de maestría? *

2. Aproximadamente cuántos proyectos de investigación ha dirigido en éstos años? *

3. Cuáles considera que son las etapas o las fases de un proyecto de investigación? Cuánto tiempo (en meses) considera que deben durar? Suponiendo que el investigador tiene dedicación de tiempo completo, y Qué nivel de dificultad (B: baja, N: normal, A: alta) considera que tienen? *

4. Qué recursos se utilizan para gestionar proyectos de investigación de maestría? *

Modelo conceptual

Esquema

Aplicativo

Software

Metodología

Otro:

5. De acuerdo a los proyectos de investigación dirigidos, califique la gestión de los siguientes ítems: *

	Deficiente	Adecuada	Excelente
Tiempo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Costos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Objetivos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6a. De acuerdo a los proyectos de investigación dirigidos, qué porcentaje considera que cumplieron con el cronograma? *

6b. Cuáles cree que fueron las causas por las que no se cumplió el cronograma? *

7a. De acuerdo a los proyectos de investigación dirigidos, qué porcentaje considera que tuvieron en cuenta la gestión de riesgos? *

7b. Qué riesgos se tuvieron en cuenta?

8. Qué aspectos considera que han sido los más críticos durante la gestión de los proyectos de investigación de maestría? *

9. Ha tomado algún curso de gestión de proyectos? *

- Sí
- No

10. Qué porcentaje de estudiantes que ud ha dirigido en proyectos de investigación de maestría, han contado con un apoyo económico parcial o total (beca de sostenimiento, joven investigador, etc.)? *

11. Qué porcentaje de las necesidades son cubiertas con los recursos económicos brindados? *

Anexo 4: Resumen de la revisión sistemática

Para la realización de la presente revisión sistemática los autores combinaron las técnicas y procedimientos indicados en el manual para la revisión sistemática de intervenciones (Higgins & Green, 2011) y en el ejercicio práctico realizado por (Bakker, 2010). En los cuales se indica que para hacer una correcta revisión sistemática se debe: (1) formular un problema de investigación, (2) definir los límites de la investigación, (3) localizar y seleccionar los estudios, (4) evaluar la calidad de los estudios (este es un proceso iterativo, por lo tanto se debe definir un criterio para detener la búsqueda y continuar con el proceso), (5) sintetizar y analizar los datos, y (6) Diseminar los resultados.

Uno de los problemas planteados en la presente investigación fue la diversidad de modelos para la gestión de proyectos, y la enorme cantidad de autores que giran en torno a este tema. Los límites de la investigación son los siguientes: el índice usado fue Web of Knowledge²⁸, el rango de fechas de búsqueda fue desde el 1 de Octubre del 2002 hasta el 1 de Octubre del 2012, se tomó en cuenta únicamente el índice de citación en ciencias sociales SSCI, se consideraron todos los idiomas y todos los documentos.

El siguiente paso es definir una ecuación de búsqueda la cual inicialmente se utilizará para iniciar el proceso iterativo, y conforme se obtienen resultados se ajustará la ecuación; este proceso se repite hasta obtener una ecuación de búsqueda robusta y por ende unos resultados confiables. La ecuación de búsqueda está conformada por unas etiquetas de campos, los cuales son definidos por cada índice de bases de datos, el índice utilizado pone a disposición de los usuarios casi 30 etiquetas de los campos, de los cuales cada investigador de acuerdo a los propósitos de su investigación, define cuáles va a utilizar.

Las etiquetas de los campos permiten buscar campos de datos dentro de un registro, son las encargadas de direccionar la revisión sistemática, éstas son manipuladas por el investigador de acuerdo a los criterios definidos para detener la iteración del proceso de evaluación de resultados. Las etiquetas de los campos²⁹ utilizados en la presente investigación fueron: TI para el título, WC para la categoría, SU para el área de investigación, y TS para el tema.

Con estas etiquetas se estructura una ecuación de búsqueda, en la primer ecuación sólo se utilizó la etiqueta TI, en la segunda la TI y WC, en la tercera TI, WC y SU, y en la cuarta ecuación se utilizaron TI, WC, SU, y TS.

²⁸Sitio oficial: <http://sub3.webofknowledge.com>

²⁹Mayor información: <http://images.webofknowledge.com/WOKRS57B4/help/WOS/>

A continuación se muestra la cuarta ecuación utilizada para la realización de la revisión sistemática:

TI = ("project management") **and**

WC = (management or business or engineering industrial or information science library science or operations research management science or computer science information systems or economics or communication or computer science interdisciplinary applications or engineering multidisciplinary or computer science software engineering or multidisciplinary sciences) **and**

SU = (business economics or public administration or engineering or computer science or information science library science or operations research management science or communication) **and**

TS = (simulation or modeling or "project management information systems" or pmis or "project manager" or "is success" or "information technology" or "information systems" or "is success model" or "project manager model" or "project manager models" or "framework project manager" or "decision making" or "research projects management" or "framework project management" or "agile project management" or "managerial flexibility" or "classic project management" or "classic project management methods" or "project management methods" or "dominant project management" or "project management theory" or "strategy of project management" or "strategic management" or "r&d project management" or "project management decisions" or "project management perspectives" or "r&d project management systems" or "cmmi" or "pm book" or "modeling project management" or "software project management")

En la tabla 7 se muestran la cantidad de resultados obtenidos por cada una de las ecuaciones planteadas. Estos resultados se refieren a artículos científicos, libros, capítulos de libros, y demás información disponible en el índice utilizado.

Tabla 7: Resultados de las búsquedas

Ecuación	Número de resultados
1	380
2	339
3	320
4	141

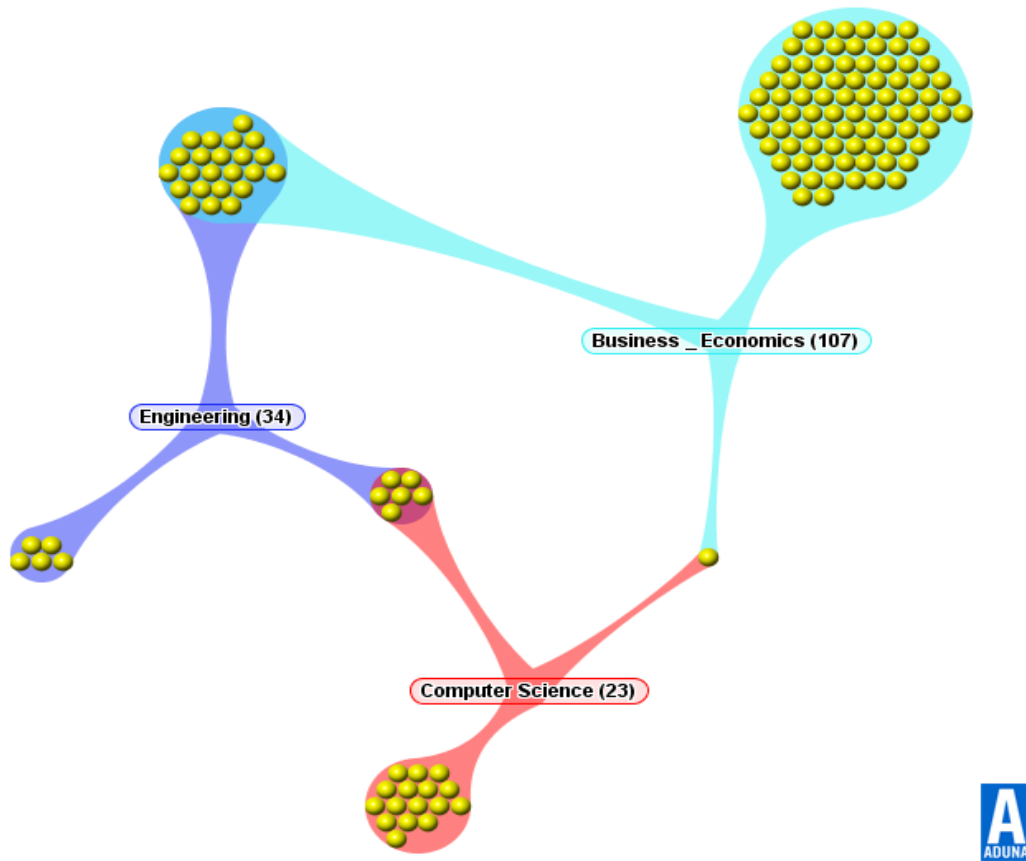
En la tabla 8 se muestra el análisis de los resultados ofrecidos por el índice, en ella no se muestra el autor más representativo del tema, pues la mayoría de autores encontrados tenían máximo dos artículos publicados, pero sí se observa que la mayoría de documentos que giran en torno al tema son artículos, y son publicados en Canadá, Inglaterra y mayormente en Estados Unidos, también se observa que la revista Project Management Journal, es la que tiene mayor número de publicaciones alrededor de la gestión de proyectos.

Tabla 8: Análisis de resultados

Ítem	Valor	Porcentaje
País	Estados Unidos	39.7
Tipo de documento	Artículo	87.2
Año de publicación	2009	22.6
Fuente	Project Management Journal	19.8
Categoría	Administración	70.2

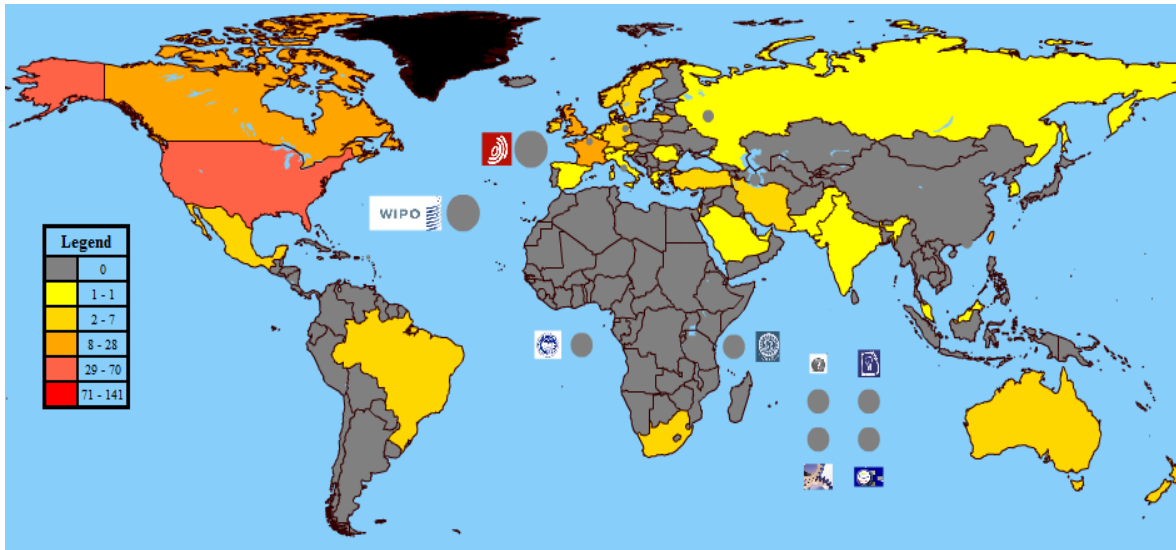
Gracias a un aplicativo que se encuentra en el centro de investigación INNOTECH, se pudo obtener la figura 32, la cual muestra el clúster de temas que giran en torno a la gestión de proyectos, en ella se observa que la economía, la ingeniería, y las ciencias de la computación están fuertemente vinculadas con esta temática.

Figura 32: Clúster de temas



También se pudo obtener un mapa mundial en el que se observan los países con mayor índice de publicaciones respecto al tema de gestión de proyectos, en la figura 33 se muestra dicho mapa, y se puede observar que la mayor cantidad de publicaciones provienen de Estados Unidos.

Figura 33: Mapa mundo



Anexo 5: Modelado de procesos

Figura 34: Proceso de admisión

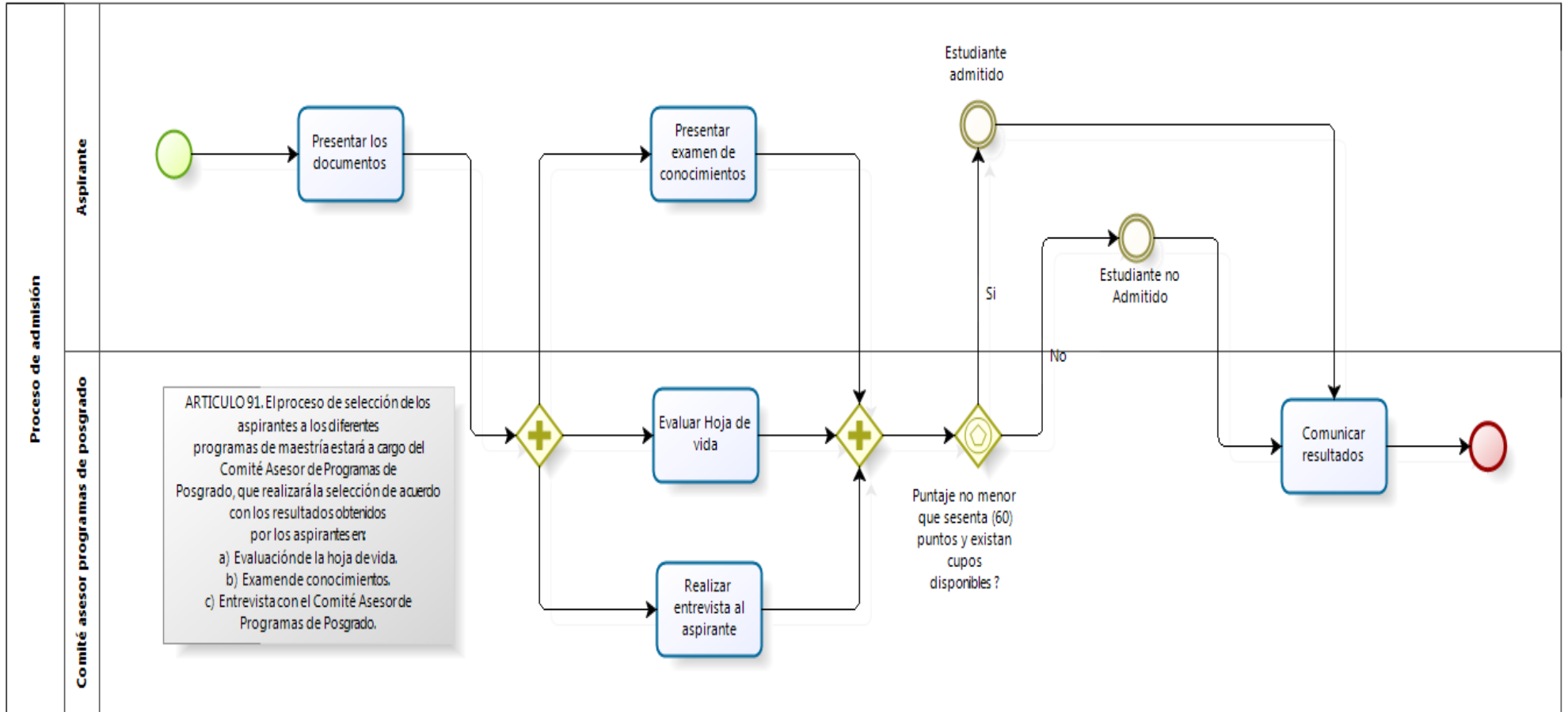


Figura 35: Estudiar el tema propuesto

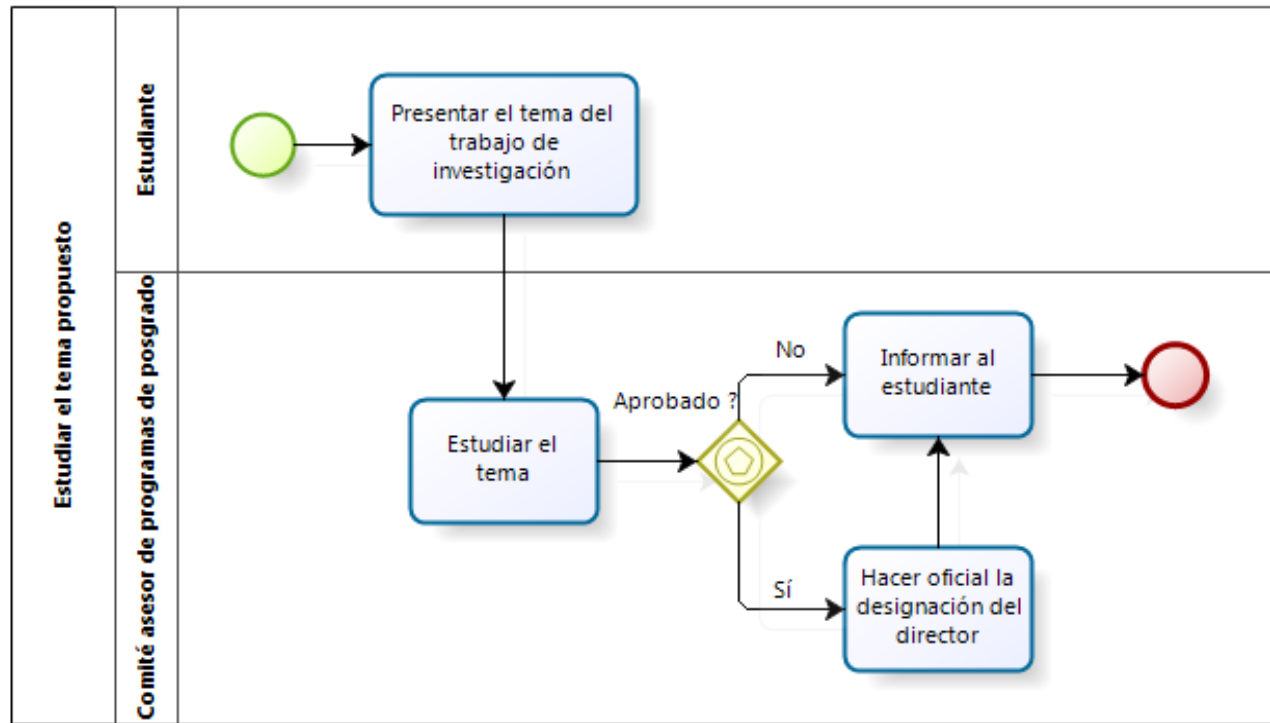


Figura 36: Evaluar el trabajo de grado

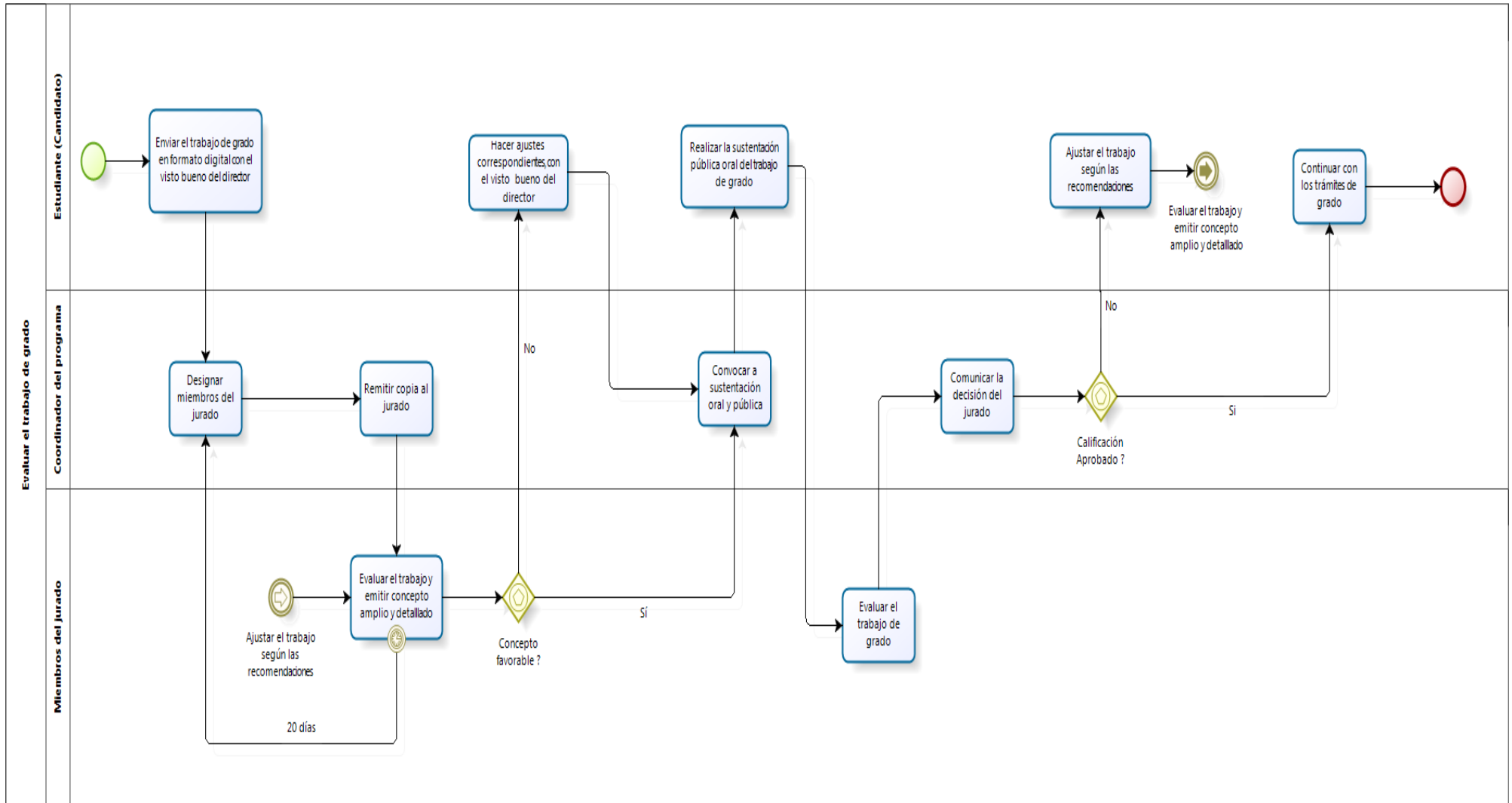


Figura 37: Evaluar la propuesta

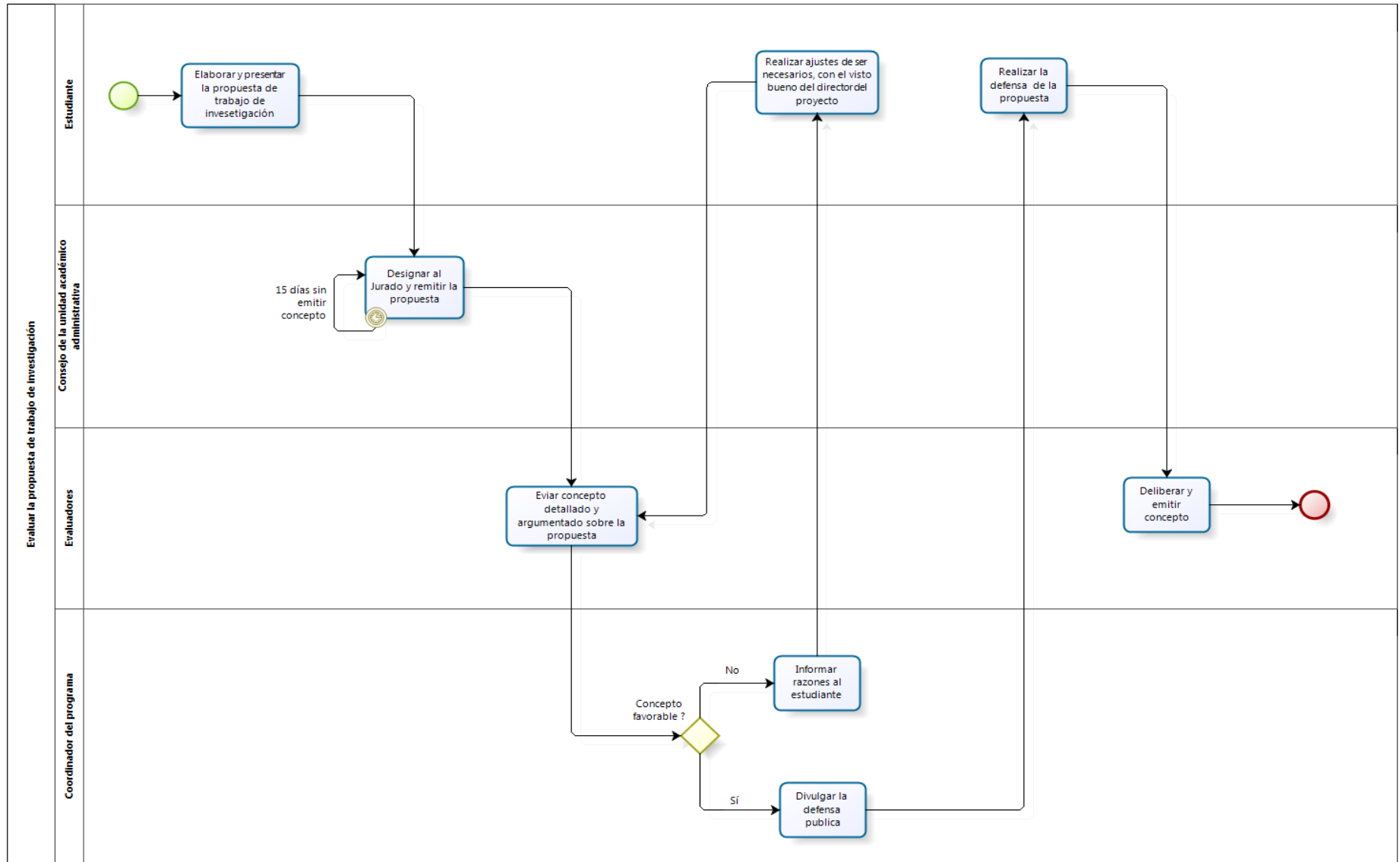
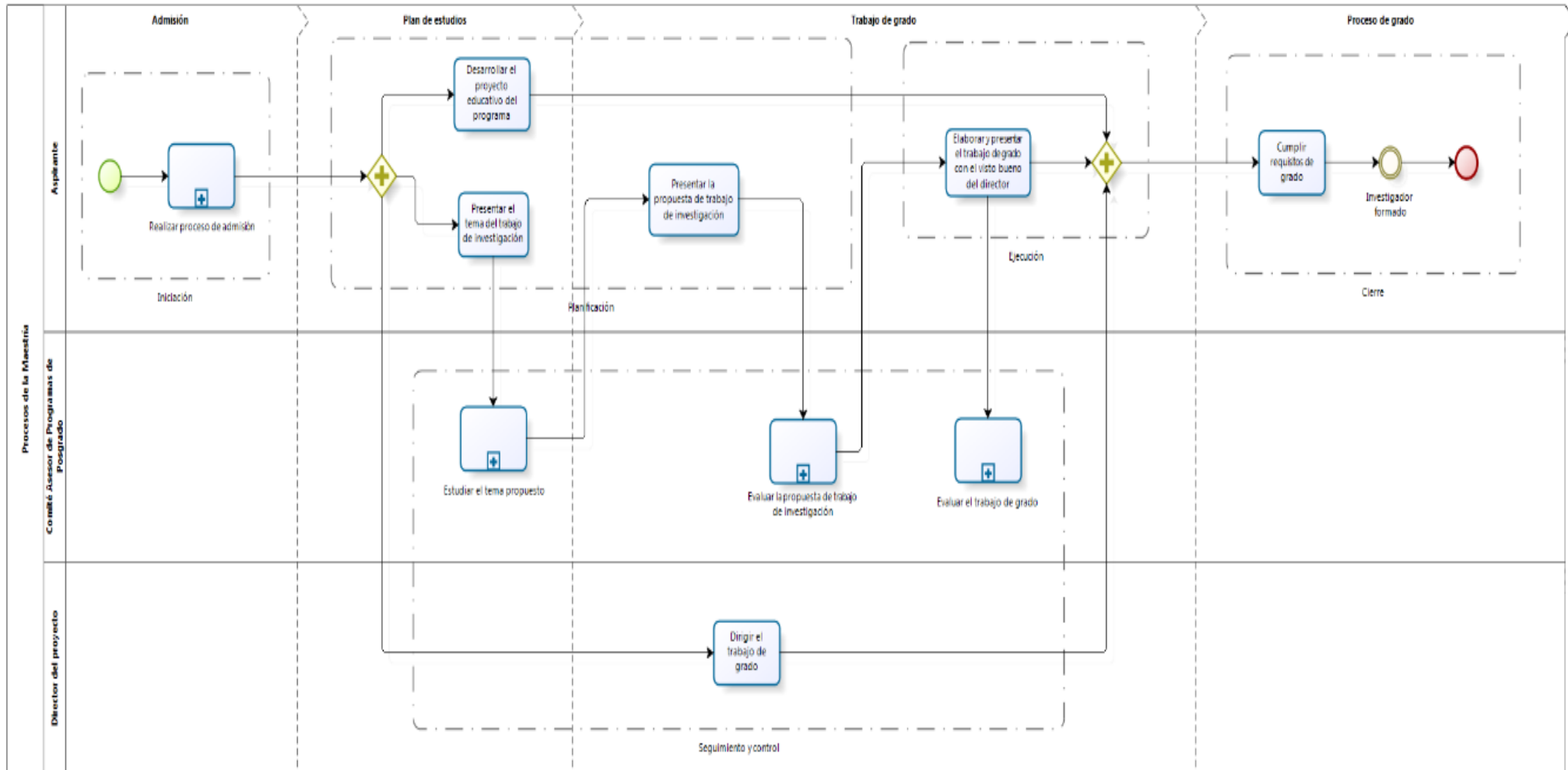


Figura 38: Proceso de la maestría



Anexo 7: Documento de requisitos del sistema

Sistema de Información para la Gestión de Proyectos de Investigación

GesProInv

Documento de requisitos del sistema

Versión 1.0

Enero de 2015

Información general

Proyecto:	Desarrollo de un sistema de información para la gestión de proyectos de investigación
Entidad de destino:	Maestrías de la Facultad de ingenierías Fisicomecánicas y sus respectivos grupos de investigación
Título:	Documento de requisitos del sistema
Versión:	1
Herramientas de edición:	Microsoft Word 2013 Microsoft Visio 2013 Bizagi Process Modeler

Autores

Nombre	Rol	Email
Jaime Yesith Valencia Galván	Estudiante de maestría	yesithvalencia@gmail.com
Enrique Sarmiento Moreno	Director del proyecto	enriques@uis.edu.co
Luis Eduardo Becerra Ardila	Codirector del proyecto	lbecerra@uis.edu.co

GLOSARIO

CALUMET: Grupo de desarrollo de software de la UIS

EISI: Escuela de ingeniería de sistemas e informática

GesProInv: Sistema para la gestión de proyectos de investigación

RF: Requisito funcional

RNF: Requisito no funcional

UIS: Universidad Industrial de Santander

INTRODUCCIÓN

El presente documento hace parte de un proyecto de maestría de la EISI, perteneciente a la UIS, en el cual se desarrolló un prototipo de sistema de información para la gestión de proyectos de investigación; y se detectaron posibles mejoras. A continuación se hace una descripción detallada de los requisitos relativos al sistema de información para la gestión de proyectos de investigación.

Dentro del presente documento describen los requisitos relativos a la creación del Sistema para la gestión de proyectos de investigación. Todos los requisitos se identifican mediante un código que constará de la codificación del tipo de requisito (Funcional: RF, No Funcional: NF) la categoría a la que pertenece (Cada uno de los módulos del sistema), y un consecutivo. Este código será utilizado como referencia cada vez que sea necesario mencionarlo a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente en la UIS, en el grupo de investigación Calumet, se ha desarrollado un software llamado CPGWEB. Este sistema de información está enfocado en la gestión que realiza la oficina de proyectos, en este caso el comité de proyectos de la EISI, y no en la gestión que se necesita que realice el equipo del proyecto (grupo de investigación, comité asesor, director y codirector del proyecto e investigador); es decir, está enfocado en gestionar los procesos administrativos que se deben surtir (inscribir, evaluar y calificar el proyecto), y no en el apoyo a la gestión del desarrollo y culminación del proyecto como tal, es decir, se propone realizar las siguientes mejoras:

- ✓ Estructurar y aprobar el plan del proyecto,
- ✓ Definir, controlar las actividades del cronograma
- ✓ Gestionar las comunicaciones

- ✓ Gestionar los riesgos del proyecto.

REQUISITOS NO FUNCIONALES

Código	RNF.01
Título	Portabilidad
Descripción	El sistema deberá ser compatible con los navegadores Safari versión 8.0.2 o superior, Google Chrome versión 40.0.2214.93 o superior y Android Kitkat 4.4 o superior
Importancia	Alta
Urgencia	Media
Comentarios	Esto se solicita debido a la variedad de dispositivos que se encuentran en el mercado y que el personal del proyecto en cualquier momento podría utilizar

Código	RNF.02
Título	Disponibilidad del sistema
Descripción	El sistema deberá permanecer disponible a los usuarios 24x7
Importancia	Alta
Urgencia	Alta
Comentarios	Los usuarios que ingresen al sistema deberán estar autorizados por parte del administrador, quien será el quién los habilite.

Código	RNF.03
Título	Interfaz intuitiva
Descripción	El sistema ha de tener interfaz sencilla y amigable, para que sea fácil de usar por el usuario
Importancia	Alta
Urgencia	Media
Código	RNF.04

Título	Accesibilidad
Descripción	El sistema debe ser accesible para la mayoría de usuarios, cumpliendo los estándares necesarios para ello.
Importancia	Alta
Urgencia	Media
Comentarios	

Código	RNF.05
Título	Informes
Descripción	El sistema brindará la opción de generar y exportar los informes relacionados con cada una de las entidades que hacen parte de la base de datos.
Importancia	Alta
Urgencia	Media
Comentarios	<p>Estos informes se podrán realizar de acuerdo al perfil que tenga cada usuario, es decir, el estudiante podrá generar un informe de la información de su proyecto de investigación; el director del proyecto podrá generar informes de los proyectos que tiene a su cargo, el director del grupo de investigación podrá generar informes de los proyectos que se lleven al interior de su grupo de investigación.</p> <p>Los informes se podrán generar por los diferentes campos almacenados en las tablas: nombres, palabras clave, fechas, entre otros campos.</p>

Código	RNF.06
Título	Tiempos de respuesta
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se espera que la carga de las páginas del sistema no demore más de 5 segundos. 2. Se espera que la generación de informes demore en promedio, máximo 10 segundos 3. La base de datos deberá responder las peticiones en un promedio de menos de 2 segundos
Importancia	Alta

Urgencia	Media
Comentarios	

Código	RNF.07
Título	Seguridad del sistema
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema contará con un usuario invitado el cual podrá ver la información que sea pública 2. En el servidor se instalará un cortafuego que bloquee las entradas no permitidas al sistema 3. Las contraseñas se deberán encriptar con un algoritmo de ida, de tal forma que no haya forma de descifrar las contraseñas 4. La sesión de los usuarios deberá expirar luego de 15 minutos de inactividad. 5. Cuando un usuario ingrese nuevamente desde otro terminal, la última sesión abierta se deberá finalizar 6. Se podrá permitir trabajar en varias pestañas desde el mismo navegador 7. Cuando un usuario ingrese no podrá trabajar al mismo tiempo desde varios navegadores 8. Las páginas del sistema tendrán una navegación segura
Importancia	Alta
Urgencia	Media

REQUISITOS FUNCIONALES

Módulo gestión de la integración

La gestión de la integración del proyecto incluye los procesos y actividades necesarios para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de dirección del proyecto dentro de los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos.

En el contexto de la dirección de proyectos, la integración incluye características de unificación, consolidación, comunicación y acciones integradoras cruciales para que el proyecto se lleve a cabo de manera controlada, de modo que se complete, que se manejen con éxito las expectativas de los interesados y se cumpla con los requisitos.

Código	RF.INT.01
Título	Ingresar el proyecto
Descripción	El estudiante podrá ingresar la información de su proyecto de maestría
Pre-condición	El estudiante debe estar activo en el programa
Pos-condición	El estudiante quedará con su proyecto de maestría registrado
Excepciones	
Frecuencia	Baja
Importancia	Alta
Comentarios	El estudiante podrá ingresar parcialmente los datos de su proyecto hasta que considere que su proyecto está estructurado

Código	RF.INT.02
Título	Ingresar y actualizar bibliografía
Descripción	El estudiante podrá ingresar la bibliografía de su proyecto de investigación, se forma que pueda seleccionar el tipo de recurso que usó y los demás datos
Pre-condición	
Pos-condición	
Excepciones	
Frecuencia	Baja

Importancia	Baja
Comentarios	Con el desarrollo de este requisito se podrá generar un informe de la bibliografía usada por cada estudiante de acuerdo a su proyecto de grado.

Código	RF.INT.03
Título	Administrar proyectos
Descripción	El director del grupo de investigación podrá ver la información de los proyectos que se están llevando a cabo al interior del grupo; y el director del proyecto. Además, podrá dar su aval a cada proyecto que está dirigiendo.
Pre-condición	Para dar el aval el proyecto debe estar registrado en su totalidad
Pos-condición	
Excepciones	
Frecuencia	Baja
Importancia	Alta
Comentarios	También se podrán generar informes de los proyectos y sus respectivos estados.

Código	RF.INT.04
Título	Estados del proyecto
Descripción	El sistema deberá almacenar automáticamente el histórico de los estados y las fechas por las que pasa el proyecto
Pre-condición	
Pos-condición	
Excepciones	
Frecuencia	Alta
Importancia	Media
Comentarios	Esto con el fin de llevar una trazabilidad del proyecto

Módulo gestión del alcance

La gestión del alcance del proyecto incluye los procesos necesarios para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido y únicamente el trabajo para completar el proyecto con éxito. Gestionar el alcance del proyecto se enfoca primordialmente en definir y controlar qué se incluye y qué no se incluye en el proyecto.

Código	RF.ALC.01
Título	Registro de entregables
Descripción	El estudiante podrá ingresar y actualizar los entregables de su proyecto de investigación
Pre-condición	El estudiante debe tener registrado su proyecto de investigación
Pos-condición	
Excepciones	
Frecuencia	Media
Importancia	Alta
Comentarios	Hay que tener presente que cada entregable puede estar relacionado con una o muchas actividades (que fueron previamente definidas en el cronograma de actividades)

Código	RF.ALC.02
Título	Verificación de entregables
Descripción	El director del proyecto y los evaluadores de la propuesta podrán comparar los entregables presentados por el estudiante con los entregables registrados en el sistema
Pre-condición	El estudiante debe tener entregables registrados a su proyecto
Pos-condición	
Excepciones	
Frecuencia	Baja
Importancia	Alta
Comentarios	Esto podrá servir para la calificación de su proyecto de investigación

Módulo gestión del tiempo

La gestión del tiempo del proyecto incluye los procesos requeridos para gestionar la terminación del proyecto en plazo estipulado.

Código	RF.TIE.01
Título	Ingresar actividades
Descripción	El estudiante podrá ingresar y actualizar las actividades que considere conveniente para el cumplimiento de los objetivos de su proyecto
Pre-condición	
Pos-condición	
Excepciones	
Frecuencia	Baja
Importancia	Media
Comentarios	Con esta información se podrá estimar la duración del proyecto de maestría del estudiante

Código	RF.TIE.02
Título	Cálculo automático del tiempo
Descripción	El sistema deberá calcular automáticamente el tiempo estimado para cada actividad
Pre-condición	Esto se realizará si el estudiante ingresa el tiempo pesimista, esperado y optimista de cada actividad
Pos-condición	
Excepciones	
Frecuencia	Baja
Importancia	Baja
Comentarios	Este cálculo se hace con base a la técnica PERT, pero si se desea, se podrá programar otra técnica de estimación.

Código	RF.TIE.03
Título	Visualización del cronograma
Descripción	El director del proyecto, del grupo de investigación y los evaluadores podrán ver el cronograma de actividades que definió el estudiante.
Pre-condición	
Pos-condición	
Excepciones	
Frecuencia	Baja
Importancia	Baja
Comentarios	Esto se podrá realizar para verificar la definición y el cumplimiento del cronograma

Módulo gestión de costos

La gestión de los costos del proyecto incluye los procesos relacionados con planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.

Es el proceso que consiste en desarrollar una aproximación de los recursos financieros necesarios para completar las actividades del proyecto, el beneficio clave de este proceso es que determina el monto de los costos requerido para completar el trabajo del proyecto.

Código	RF.COS.01
Título	Ingresar el presupuesto
Descripción	El estudiante podrá ingresar y actualizar al sistema los costos asociados a su proyecto de investigación
Pre-condición	
Pos-condición	
Excepciones	
Frecuencia	Baja
Importancia	Media

Comentarios	Este módulo podrá ser especialmente útil cuando los proyectos son cofinanciados por otra entidad
--------------------	--

Código	RF.COS.02
Título	Ingresar y actualizar el detalle del rubro
Descripción	Cuando cada rubro del presupuesto se pueda descomponer en un detalle, el sistema deberá permitir ingresar esta información.
Pre-condición	Tener los costos en el sistema
Pos-condición	
Excepciones	
Frecuencia	Baja
Importancia	Baja
Comentarios	Esto se realiza con el fin de poder desglosar o detallar el presupuesto del proyecto

Código	RF.COS.03
Título	Ver el presupuesto y asuntos relacionados
Descripción	El director del proyecto, director del grupo de investigación y los evaluadores podrán ver el presupuesto de cada estudiante
Pre-condición	
Pos-condición	
Excepciones	
Frecuencia	Baja
Importancia	Media
Comentarios	Esto se hace para poder evaluar el cumplimiento del cronograma por parte del investigador y su proyecto de investigación.

Módulo gestión de la calidad

La gestión de la calidad del proyecto incluye los procesos y actividades de la organización ejecutora que establecen las políticas de calidad, los objetivos y las responsabilidades de calidad para que el proyecto satisfaga las necesidades para las que fue acometido.

La gestión de la calidad del proyecto utiliza políticas y procedimientos para implementar el sistema de gestión de la calidad de la organización en el contexto del proyecto, y, en la forma que resulte adecuada, apoya las actividades de mejora continua del proceso, tal y como las lleva a cabo la organización ejecutora.

Código	RF.CAL.01
Título	Métricas de calidad
Descripción	El estudiante y el director del proyecto podrán ingresar y actualizar las métricas de calidad que consideren necesarias
Pre-condición	
Pos-condición	
Excepciones	
Frecuencia	Baja
Importancia	Baja
Comentarios	Para la definición de estas métricas de calidad se podría solicitar apoyo a los responsables del sistema de gestión de calidad de la UIS

Código	RF.CAL.02
Título	Listas de verificación
Descripción	El estudiante y el director del proyecto podrán ingresar y actualizar las listas de verificación que consideren necesarias
Pre-condición	
Pos-condición	
Excepciones	
Frecuencia	Baja
Importancia	Baja

Comentarios	Esto se hace para llevar un control de las métricas de calidad que se definieron en el requisito RF.CAL.01
--------------------	--

Módulo gestión de recursos humanos

La gestión de los recursos humanos del proyecto incluye los procesos que organizan, gestionan y conducen al equipo del proyecto. El equipo del proyecto está compuesto por las personas a las que se han asignado roles y responsabilidades para completar el proyecto. Los miembros del equipo del proyecto pueden tener diferentes conjuntos de habilidades, pueden estar asignados a tiempo completo o a tiempo parcial y se pueden incorporar o retirar del equipo conforme avanza el proyecto.

Código	RF.RH.01
Título	Ingresar grupos de investigación
Descripción	El administrador del sistema podrá ingresar los grupos de investigación pertenecientes a la UIS, junto con los logros o metas definidos por el director del grupo de investigación, y la producción asociada a cada grupo
Pre-condición	
Pos-condición	
Excepciones	
Frecuencia	Baja
Importancia	Alta
Comentarios	Esto con el fin de que las directivas de la universidad puedan conocer de primera mano la información de los grupos de investigación y se pueda tener un estimado de la calificación que asignará Colciencias al momento de avalar los grupos de investigación.

Código	RF.RH.02
Título	Ingresar las capacitaciones
Descripción	El director del grupo de investigación o el director del proyecto podrán ingresar y actualizar las capacitaciones que considere necesarias para el personal involucrado en el proyecto
Pre-condición	

Pos-condición	
Excepciones	
Frecuencia	Baja
Importancia	Baja
Comentarios	Esto con el fin de generar un plan de capacitaciones, o para reforzar las asignaturas que ven los estudiantes

Código	RF.RH.03
Título	Ingresar las recompensas
Descripción	El director del grupo de investigación o director del proyecto podrán ingresar y actualizar las recompensas que consideren necesarias para el personal involucrado en el proyecto
Pre-condición	
Pos-condición	
Excepciones	
Frecuencia	Baja
Importancia	Baja
Comentarios	Facilita que se incluyan en el presupuesto, y facilita el control de las mismas.

Módulo gestión de las comunicaciones

La gestión de las comunicaciones del proyecto incluye los procesos requeridos para asegurar que la planificación, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control, monitoreo y disposición final de la información del proyecto sean oportunos y adecuados.

Código	RF.COM.01
Título	Ingresar y actualizar las comunicaciones
Descripción	Se podrán definir las comunicaciones que se den a lo largo del proyecto
Pre-condición	

Pos-condición	
Excepciones	
Frecuencia	Media
Importancia	Baja
Comentarios	

Código	RF.COM.02
Título	Ingresar y actualizar intereses
Descripción	El director del proyecto o el administrador podrá ingresar los intereses asociados a cada persona
Pre-condición	
Pos-condición	
Excepciones	
Frecuencia	Media
Importancia	Baja
Comentarios	

Módulo gestión de riesgos

La Gestión de los riesgos del proyecto incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión de riesgos, así como la identificación, análisis, planificación de respuesta y control de los riesgos de un proyecto.

Los objetivos de la gestión de los riesgos del proyecto consisten en aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos negativos en el proyecto.

Código	RF.RIE.01
Título	Ingresar y actualizar los riesgos
Descripción	El director del proyecto, o el estudiante podrán ingresar los riesgos, con su respectivo impacto, asociados al proyecto

Pre-condición	
Pos-condición	
Excepciones	
Frecuencia	Baja
Importancia	Media
Comentarios	

Código	RF.RIE.02
Título	Ingresar y actualizar los controles
Descripción	El director del proyecto, o el estudiante podrán ingresar los controles de cada riesgo, junto con su respectivo responsable
Pre-condición	
Pos-condición	
Excepciones	
Frecuencia	Baja
Importancia	Baja
Comentarios	

Módulo gestión de las adquisiciones

La gestión de las adquisiciones del proyecto incluye los procesos necesarios para comprar o adquirir productos, servicios o resultados que es preciso obtener fuera del equipo del proyecto. La organización puede ser la compradora o vendedora de los productos, servicios o resultados de un proyecto.

La gestión de las adquisiciones del proyecto incluye los procesos de gestión del contrato y de control de cambios requeridos para desarrollar y administrar contratos u órdenes de compra emitidos por miembros autorizados del equipo del proyecto.

Código	RF.ADQ.01
Título	Ingresar y actualizar los contratos

Descripción	El director del proyecto, o en su defecto la persona responsable, podrá ingresar los contratos requeridos para el normal desarrollo del proyecto
Pre-condición	
Pos-condición	
Excepciones	
Frecuencia	Baja
Importancia	Baja
Comentarios	

Código	RF.ADQ.02
Título	Historial de estados
Descripción	El sistema deberá almacenar automáticamente el historial de estados del contrato, para ello almacenará la fecha, el estado del contrato y el respectivo contrato.
Pre-condición	
Pos-condición	
Excepciones	
Frecuencia	Media
Importancia	Baja
Comentarios	

Código	RF.ADQ.03
Título	Ingresar y actualizar los proveedores
Descripción	El administrador del sistema podrá ingresar los proveedores y administrar su información
Pre-condición	
Pos-condición	
Excepciones	

Frecuencia	Baja
Importancia	Baja
Comentarios	

Módulo gestión de los interesados

La gestión de los interesados del proyecto incluye los procesos necesarios para identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto, para analizar las expectativas de los interesados y su impacto en el proyecto, y para desarrollar estrategias de gestión adecuadas a fin de lograr la participación eficaz de los interesados en las decisiones y en la ejecución del proyecto.

La gestión de los interesados también se centra en la comunicación continua con los interesados para comprender sus necesidades y expectativas, abordando los incidentes en el momento en que ocurren, gestionando conflictos de intereses y fomentando una adecuada participación de los interesados en las decisiones y actividades del proyecto. La satisfacción de los interesados debe gestionarse como uno de los objetivos clave del proyecto.

Código	RF.INT.01
Título	Ingresar y actualizar el personal
Descripción	El administrador del sistema podrá ingresar los datos personales de los miembros del equipo de trabajo
Pre-condición	
Pos-condición	
Excepciones	
Frecuencia	Media
Importancia	Media
Comentarios	

Código	RF.INT.02
Título	Ingresar roles
Descripción	El administrador del sistema podrá ingresar los roles que considere necesarios para el desarrollo del proyecto
Pre-condición	
Pos-condición	
Excepciones	
Frecuencia	Media
Importancia	Media
Comentarios	

Código	RF.INT.03
Título	Ingresar y actualizar involucrados
Descripción	El administrador del sistema, o el director del proyecto podrán ingresar los involucrados en un proyecto, para ello se deberá asignar la persona, el proyecto y el rol.
Pre-condición	
Pos-condición	
Excepciones	
Frecuencia	Media
Importancia	Media
Comentarios	