

**DISEÑO DE UN MODELO PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE GRADO QUE
DETERMINE LA APLICABILIDAD Y VIABILIDAD PARA SU IMPLEMENTACIÓN EN
LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES.**

Grupos de Investigación

Centro de Innovación y Desarrollo para la Investigación en Ingeniería del Software –
CIDLIS
Gnosis Avanzada en Ingeniería Telemática - GAITA

**SERGIO ENRIQUE MÉNDEZ ACEROS
DIEGO ARMANDO REYES SANTOS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2007**

**DISEÑO DE UN MODELO PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE GRADO QUE
DETERMINE LA APLICABILIDAD Y VIABILIDAD PARA SU IMPLEMENTACIÓN EN
LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES.**

Grupos de Investigación

Centro de Innovación y Desarrollo para la Investigación en Ingeniería del Software –
CIDLIS

Gnosis Avanzada en Ingeniería Telemática - GAITA

SERGIO ENRIQUE MÉNDEZ ACEROS

DIEGO ARMANDO REYES SANTOS

**Trabajo de Grado presentado como requisito para obtener el título de Ingeniero
Electrónico.**

Director:

RICARDO LLAMOSIA VILLALBA
PhD. En Telecomunicaciones

Codirectora:

HERLY JOHANA HERRERA LIZCANO
Ms(c). Ingeniería Electrónica

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2007**

A Dios por darme la vida, y la fortaleza para terminar este Trabajo de Grado.

A mis padres porque gracias a su empeño, sacrificio y confianza me fue dada esta invaluable oportunidad.

A mi hermano por su comprensión y apoyo incondicional.

A Leidy por estar siempre a mi lado y por ver muchas veces las cosas que yo no podía ver.

A mi compañero de proyecto y amigo Sergio, junto conmigo, nunca nos dimos por vencidos y siempre salimos adelante a pesar de los tropiezos.

A mis amigos y a todos aquellos que me apoyaron a convertir esto en una realidad.

DIEGO ARMANDO REYES SANTOS

Es indispensable dar infinitas gracias a Dios Todopoderoso, Ser Supremo y dueño de todo lo existente en el Universo y más allá de sus confines, nosotros los seres humanos somos los actuales administradores de su Creación.

Dedico este trabajo a mis Padres, quienes a pesar de las dificultades, siempre me han brindado todo su apoyo incondicional en los proyectos que he emprendido, han estado siempre ahí; a ellos, infinitas gracias y sólo la intervención Divina me permitirá saldar mi deuda con ellos.

También quiero dedicar este trabajo a mi hermana Deisy Johana, quien entró a darle luz y alegría a mi vida y siempre, de alguna forma, se esmeró en brindarme su apoyo en todo momento de su vida.

Sin duda a Renzo y Karolina, quienes siempre han estado prestos a brindarme todo su apoyo y su sincera amistad, en todos los aspectos de la vida sin importar ningún condicionamiento ni el tipo de dificultad.

A Diego, mi compañero de Proyecto y amigo, con quien hemos salido adelante en muchos acontecimientos y de muchas dificultades.

A todos mis amigos, en especial a Carlos y Johana, y a quienes nos apoyaron a concluir este trabajo, sólo Dios podrá compensarles en creces todo lo que han hecho por mí.

SERGIO ENRIQUE MÉNDEZ ACEROS

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este proyecto queremos agradecer en primer lugar a Dios quien nos dio la salud, la sabiduría y los medios para concluir este trabajo de grado.

A todas las personas que contribuyeron al desarrollo de este trabajo, en especial a nuestro director Ricardo Llamosa Villalba y nuestra codirectora Herly Johana Herrera Lizcano por su apoyo y asesoría. Igualmente, al profesor Arnulfo Galán quien nos orientó inicialmente en el planteamiento de la idea del trabajo.

A nuestras familias y amigos que siempre estuvieron brindándonos aliento y ánimo para seguir adelante a pesar de las dificultades.

Al CIDLIS y la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, así como a la Universidad Industrial de Santander.

A nuestros compañeros de GAITA, personas que nos orientaron a hacer de esta una mejor propuesta, en especial a nuestro gran amigo Carlos Pachón quien en todo momento nos aportó con sus experiencias y conocimientos los cuales nos sirvieron enormemente y en todo momento para la obtención de excelentes resultados.

A los estudiantes que participaron en el Proceso Semillas CIDLIS 2007 así como del Curso de Estadística y Probabilidad para Ingenieros CEPI_I_2007, con quienes compartimos y nos nutrimos de valiosas experiencias, fueron piezas fundamentales en la obtención de evidencias de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	19
1. ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES PARA LA REALIZACIÓN, POR PARTE DE LOS ESTUDIANTES, DEL PLANTEAMIENTO Y DESARROLLO DE PROYECTOS DE GRADO EN LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES.	22
1.1. MODELO DE CALIFICACIÓN DE TRABAJOS DE GRADO EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.	22
1.1.1. Análisis del Acuerdo del Consejo Superior No. 004 de 2.007, el cual expide el nuevo reglamento de trabajos de grado, acerca de las nuevas modalidades y métodos para la evaluación de los mismos.....	23
1.1.2. Comparación con el Modelo Propuesto por el Anterior Reglamento de Trabajos de Grado.....	29
1.2. REVISIÓN DEL DESARROLLO DE PROYECTOS DE GRADO DE ESTUDIANTES DE PREGRADO DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA BAJO LA REGENCIA DEL REGLAMENTO ACADÉMICO DE PREGRADO.....	34
1.2.1. Hipótesis.....	34
1.2.2. Ficha técnica	34
1.2.3. Resultados de la encuesta por pregunta	35
1.2.4. Análisis de resultados obtenidos.	53
1.3. COMPARACIÓN DEL MODELO DEL CIDLIS VS. ACUERDO 004 DE 2.007 UIS REFERENTE A LA DETERMINACIÓN DE VIABILIDAD Y APLICABILIDAD DE LOS PROYECTOS DE GRADO.....	54
1.3.1. Procesos direccionales.....	55

1.3.2.	Procesos primarios.....	56
1.3.3.	Procesos de apoyo.....	60
1.3.4.	Apoyo a la gestión de conocimiento y calidad para la mejora continua organizacional.	61
1.4.	ANÁLISIS DEL MODELO DE EVALUACIÓN DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER RESPECTO A LOS MODELOS DE OTRAS UNIVERSIDADES A NIVEL MUNDIAL.....	61
1.4.1.	Consideraciones y Análisis.....	62
1.4.2.	Resultados del Análisis.....	63
2.	ESTRUCTURA CONCEPTUAL.....	66
2.1.	ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS	67
2.1.1.	Ciclo de vida del proyecto.....	67
2.1.2.	Características del ciclo de vida del proyecto	67
2.1.3.	Características de las fases del proyecto.....	68
2.1.4.	Relaciones del ciclo de vida del proyecto y del ciclo de vida del producto	70
2.2.	INTERESADOS EN EL PROYECTO.....	70
2.3.	ÁREAS DE CONOCIMIENTO	72
2.3.1.	Gestión de la integración del trabajo de grado.....	72
2.3.2.	Gestión del alcance del trabajo de grado.....	81
2.3.3.	Gestión del tiempo.....	87
2.3.4.	Desarrollo del cronograma	92
2.3.5.	Control del cronograma	93
2.3.6.	Gestión de costos.....	94
2.3.7.	Gestión de la calidad	99
2.3.8.	Gestión del recurso humano.....	102
2.3.9.	Gestión de las comunicaciones	105
2.3.10.	Gestión de riesgos.....	108
2.3.11.	Gestión de las adquisiciones	110
3.	GUÍA PARA EL DESARROLLO DE TRABAJOS DE GRADO	114
3.1.	FASE I: PLAN DE TRABAJO DE GRADO.....	115
3.1.1.	Especificaciones del trabajo de grado	116

3.1.2.	Plan de gestión del alcance (PGA)	121
3.1.3.	Plan de gestión de tiempo (PGT).....	125
3.1.4.	Plan de gestión de costos (PGC).....	126
3.1.5.	Plan de gestión de calidad (PGQ).....	127
3.1.6.	Plan de gestión de recurso humano (PGRC).....	129
3.1.7.	Plan de gestión de comunicaciones (PGM)	130
3.1.8.	Plan de gestión de riesgos (PGR)	132
3.1.9.	Plan de gestión de adquisiciones (PGD).....	134
3.2.	FASE II: DESARROLLAR EL TRABAJO DE GRADO	135
3.2.1.	Dirigir y gestionar la ejecución del trabajo de grado.....	135
3.2.2.	Seguimiento y control del trabajo de grado.....	138
3.2.3.	Control de cambios.....	141
3.2.4.	Cierre del trabajo de grado	143
4.	MODELO PARA LA EVALUACIÓN DE TRABAJOS DE GRADO	146
4.1.	PROCESOS DIRECCIONALES	147
4.2.	PROCESOS PRIMARIOS	148
4.2.1.	Planificación	148
4.2.2.	Seguimiento y control	150
4.2.3.	Desarrollo de proyectos.....	151
4.2.4.	Gestión de requisitos, configuración y riesgos.....	156
4.3.	PROCESOS DE APOYO.....	156
4.3.1.	Gestión del recurso humano.....	156
4.3.2.	Gestión de infraestructura	156
4.3.3.	Gestión de adquisiciones.....	157
5.	GENERALIZACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS DE LA INVESTIGACIÓN REALIZADA TOMANDO COMO PILOTO AL CENTRO DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO PARA LA INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA DEL SOFTWARE – CIDLIS.	158
5.1.	PROCESO SEMILLAS CIDLIS SEMCI_2007.....	158
5.1.1.	Capacitación en gestión de proyectos	158
5.1.2.	Evaluación proceso semillas.....	162

5.1.3.	Resultados obtenidos de la evaluación.....	163
5.2.	CURSO DE PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA PARA INGENIEROS CEPI_I_2007	166
5.2.1.	Planteamiento de actividad.....	167
5.2.2.	Seguimiento de actividad.....	170
5.2.3.	Capacitación final sobre gestión de proyectos a nivel introductorio	170
5.2.4.	Evidencias registradas.....	170
5.3.	CONCLUSIONES.....	172
5.4.	RECOMENDACIONES.....	175
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	178

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Relaciones de herencia detectadas entre modalidades del Reglamento Académico de Pregrado y el Acuerdo 004 de 2.007.	31
Figura 2.	Composición de la muestra según el programa académico de formación.....	35
Figura 3.	Composición de la muestra según el programa académico de formación.....	35
Figura 4.	Composición de la muestra según el tipo de entregable del proyecto de grado.	36
Figura 5.	Composición de la muestra según la modalidad de proyecto de grado.	36
Figura 6.	Tiempo de duración de la realización del proyecto de grado.	37
Figura 7.	Tiempo de duración de la realización del proyecto de grado.	37
Figura 8.	Actividades tenidas en cuenta a la hora de realizar el plan de proyecto de grado.	38
Figura 9.	Actividades tenidas en cuenta a la hora de desarrollar el proyecto de grado.	39
Figura 10.	Actividades efectuadas para constituir el proyecto de grado.....	40
Figura 11.	Implementación de actividades relacionadas para realizar el enunciado preliminar del alcance del proyecto de grado.....	40
Figura 12.	Aplicación de actividades enfocadas a dirigir y gestionar la ejecución del proyecto de grado.....	41
Figura 13.	Implementación de actividades alusivas a la Supervisión y Control del Trabajo de Grado.	42
Figura 14.	Implementación de actividades relacionadas para efectuar el control integrado de cambios del proyecto de grado.	43
Figura 15.	Implementación de actividades relacionadas para el cierre del proyecto de grado.	43
Figura 16.	Implementación de actividades relacionadas con la Gestión de Alcance del Proyecto.	44

Figura 17. Implementación de actividades relacionadas con la gestión del tiempo del proyecto.....	45
Figura 18. Implementación de actividades relacionadas con la Gestión de Calidad del Proyecto.	46
Figura 19. Estudiantes con conocimientos de herramientas para efectuar el control de calidad en un proyecto.....	47
Figura 20. Implementación de herramientas de control de calidad a los proyectos de grado de los estudiantes de ingenierías eléctrica y electrónica.....	48
Figura 21. Implementación de actividades relacionadas con la Gestión de Recurso Humano del Proyecto.	49
Figura 22. Implementación de actividades relacionadas con la Gestión de Comunicaciones del Proyecto.	49
Figura 23. Implementación de actividades relacionadas con la gestión de riesgos del proyecto.....	50
Figura 24. Histograma de frecuencias derivado de la tabla 2.	52
Figura 25. Distribución de frecuencias derivada de la tabla 2.	52
Figura 26. Secuencia de fases típica en un ciclo de vida un proyecto. Fuente PMBOOK. Modificado por los autores.	69
Figura 27. Relación entre el ciclo de vida del producto y el ciclo de vida del proyecto. Fuente PMBOOK. Modificado por los Autores.	70
Figura 28. Áreas de conocimiento.	72
Figura 29. Descripción general de la gestión de la integración del trabajo de grado.....	74
Figura 30. Diagrama de flujo de los procesos de gestión del alcance. Fuente: PMBOOK (Modificado por los Autores)	82
Figura 31. Diagrama ejemplo de EDT. Fuente: PMBOOK. Pág. 116.	86
Figura 32. Diagrama de flujo de los procesos de gestión del tiempo. Fuente: PMBOOK. Pág. 126. Modificado por los Autores.....	88
Figura 33. Diagrama ejemplo de estructura de división de recursos (RBS).	91
Figura 34. Diagrama de Flujo de los Procesos de Gestión de Costos. Fuente: PMBOOK. Pág. 160. Modificado por los Autores.....	96
Figura 35. Diagrama de flujo de los procesos de gestión de la calidad. Fuente: PMBOOK: Pág. 181. Modificado por los Autores.....	100
Figura 36. Diagrama ejemplo de organigrama.....	103

Figura 37. Habilidades y funciones de un director de trabajo de grado..... 148

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Ficha técnica del estudio estadístico asociado a la prueba de hipótesis.	34
Tabla 2.	Medidas de centro y dispersión efectuadas al conjunto de datos obtenidos por la aplicación de la pregunta No. 17 de la encuesta, discriminadas por intervalos de ubicación y por frecuencias registradas por nivel de aplicación.	51
Tabla 3.	Criterios verificados en la documentación disponible en los sitios web de las universidades seleccionadas.	63
Tabla 4.	Reporte de asistencia a la evaluación del proceso SEMCI_2007 y número de preguntas asociadas a la valoración.	163
Tabla 5.	Calificaciones obtenidas por los estudiantes en la valoración llevada a cabo mediante la plataforma e-education del CIDLIS: http://eknowtech.cidlisuis.org/e-education . Modificada por los autores.	164

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1.	Análisis comparativo entre las modalidades comunes del Reglamento Académico de Pregrado y el acuerdo 004 de 2.007	182
Anexo 2.	Encuesta aplicada a estudiantes y egresados de las carreras de ingenierías eléctrica y electrónica de la Universidad Industrial de Santander	183
Anexo 3.	Red de macroprocesos cidlis	184
Anexo 4.	Análisis del reglamento de universidades nacionales e internacionales referentes al desarrollo y evaluación de proyectos de grado.	185
Anexo 5.	Lista de chequeo aplicada a universidades analizadas	186
Anexo 6.	Guía para la elaboración de trabajos de grado.....	187
Anexo 7.	Formato para la presentación del alcance preliminar del trabajo de grado.....	188
Anexo 8.	Formatos del modelo de evaluación.....	189
Anexo 9.	Presentación gestión de proyectos.....	190
Anexo 10.	Formato de evaluación semillas CIDLIS 2007.....	191
Anexo 11.	Resultados por pregunta de la evaluación de SEMCI_2007.....	192
Anexo 12.	Documentos de soporte de CEPI_I_2007.	193
Anexo 13.	Proyecto presentado por la grapa 5 - DaJaMaYú – grupo d1 CEPI_I_2007.....	194
Anexo 14.	Proyecto presentado por la grapa 6 - Electroingenio – grupo d1 CEPI_I_2007.....	195
Anexo 15.	Proyecto presentado por la grapa 1 – E3T UIS – grupo h1 CEPI_I_2007.....	196
Anexo 16.	Certificaciones emitidas por el Centro de Innovación y Desarrollo para la Investigación en Ingeniería del Software – CIDLIS.	197

TÍTULO: DISEÑO DE UN MODELO PARA EL DESARROLLO DE TRABAJOS DE GRADO QUE DETERMINE LA APLICABILIDAD Y VIABILIDAD PARA SU IMPLEMENTACIÓN EN LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES*

SERGIO ENRIQUE MÉNDEZ ACEROS**
DIEGO ARMANDO REYES SANTOS**

Palabras claves: Trabajo de grado, gestión de proyectos, aplicabilidad, viabilidad, manual instructivo, modelo de evaluación.

*Según la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER: “el desarrollo del Trabajo de Grado en la Universidad ha venido presentando problemas en cuanto al alto número de períodos académicos dedicados por los estudiantes para su cumplimiento, lo cual prolonga innecesariamente el tiempo total de formación del estudiante”***, es importante realizar una propuesta que oriente al estudiante en el desarrollo de trabajos de grado planteando una metodología basada en Gestión de Proyectos que permite a futuros estudiantes, desarrollar trabajos de grado que determinen su aplicabilidad y viabilidad para servir como idea de negocio en un futuro cercano.*

La estructura de la metodología empleada comienza con un análisis actualizado de cómo se están desarrollando los trabajos de grado en la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, comparando esto con el modelo propuesto por la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER y con otras universidades nacionales e internacionales; como consecuencia se plantea una estructura conceptual que permite orientar el desarrollo de trabajos de grado basados en Gestión de Proyectos, tomando como modelo de referencia, el estándar internacional PMI****.

A continuación, se presentan los contenidos temáticos y un manual instructivo que oriente a los estudiantes en el desarrollo de trabajos de grado, junto con un modelo de evaluación que permita a los docentes calificadores el manejo de los trabajos que utilicen esta propuesta.

Para finalizar, se presenta una estandarización de esta propuesta con el fin de generalizar los resultados mediante la implementación de pruebas tomando como piloto al Centro de Innovación y Desarrollo para la Innovación en Ingeniería del Software CIDLIS.

* Trabajo de Grado.

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Director: Ricardo Llamosa Villalba, PhD.

*** Acuerdo 004 de 2007

**** Project Management Institute

TITLE: DESIGN OF A MODEL FOR DEVELOPMENT OF DEGREE PROJECTS THAT DEFINE APPLICABILITY AND VIABILITY FOR ITS IMPLEMENTATION IN THE ELECTRICAL, ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS ENGINEERING SCHOOL INVESTIGATION GROUPS*

SERGIO ENRIQUE MÉNDEZ ACEROS**
DIEGO ARMANDO REYES SANTOS

Key words: Degree work, project management, applicability, viability, instruction manual, evaluation model.

*According to the UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER: "Development of Degree Works at University has been a challenge in terms of the high number of academic periods spent by students for their achievement, which unnecessarily prolongs the total time of formation of student"***, is important to make a proposal for guide students in developing degree works pose a methodology based on Project Management allows future students, develop degree works to determine its applicability and viability to serve as a business idea in the near future.*

The structure of methodology begins with an updated analysis of how they are developing degree works at the School of Electrical Engineering, Electronics and Telecommunications, comparing this with the model proposed by the UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER and other national and international universities; as a result there exists a conceptual structure that allows guide the development of degree works based Project Management, taking as reference model, the international standard PMI****.

Then, it presents the thematic content and an instruction manual to guide students in developing degree work's, along with a valuation model that allows teachers qualifier managing the work using this proposal.

Finally, its present a standardization of this proposal to generalize the results through the implementation of pilot testing taking at Centro de Innovación y Desarrollo para la Innovación en Ingeniería del Software CIDLIS.

* Degree work.

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering, School of Electrical Engineering, Electronics and Telecommunications.

Director: Ricardo Llamosa Villalba, PhD.

*** Agreement 004 of 2007

**** Project Management Institute

INTRODUCCIÓN

Durante muchos años, los autores tuvieron la gran inquietud de conocer lo que sucedía con los Trabajos de Grado de los Estudiantes que terminaban sus planes de Estudio en la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, cuando ellos iniciaron sus estudios universitarios tuvieron la expectativa de obtener los conocimientos que les fueran útiles en la creación e innovación de ideas relacionadas con su carrera elegida. A medida que los semestres transcurrieron e iban cursando nuevas asignaturas para ellos, solían desarrollar prototipos propuestos como proyectos de asignatura, como les sucedió en el estudio de asignaturas como “Electrónica I”, “Electrónica II”, “Electrónica III”, “Tratamiento de Señales”, “Sistemas Digitales”, “Sistemas de Control”, “Instrumentación Electrónica”, “Teoría de Comunicaciones”, “Bioelectricidad”, entre otras, las cuales planteaban el desarrollo de prototipos con ideas innovadoras o bien aplicando los conocimientos adquiridos en la materia, situación que contribuyó a la formación de los autores en las áreas de conocimientos de aplicación que actualmente dominan.

Aunque dichas experiencias fueron enormemente provechosas para el fortalecimiento de las competencias de los autores como futuros ingenieros electrónicos en lo que respecta a las áreas de aplicación de la electrónica, sentían que su trabajo en proyectos consistentes en el desarrollo de los prototipos iniciaba y finalizaba en el curso de las materias del plan de estudios a medida que avanzaban en sus estudios, y nunca vislumbraron una trascendencia de su producto final más allá de la adquisición de experiencia en el área de aplicación y de los límites del campus universitario. Durante esta exploración de conocimientos en las asignaturas obligatorias del plan de estudios, coincidentalmente, cada uno de los autores por su propia cuenta optó por matricular la asignatura “Creación de Empresas”, en parte, derivada de otra inquietud común de los autores de este trabajo de grado: el emprendimiento empresarial partiendo de los conocimientos adquiridos de las áreas de aplicación. No fue la voluntad de los autores obtener una formación netamente técnica sino que fuera más allá del desarrollo y mejoramiento de tecnologías, que estuviera asociada a una causa que justificara el por

que de todos los desarrollos que realizan para que la sociedad no sólo conociera su trabajo sino para que además ésta resultara beneficiada con los desarrollos derivados del trabajo de sus creadores. Fue ahí donde ellos comprendieron que para lograrlo, “es necesario fomentar la creación de empresas, no sólo para sacar adelante nuestras ideas sino también para contribuir al mejoramiento de las condiciones de la sociedad a la que pertenecemos, como futuros profesionales egresados de la Universidad Industrial de Santander”.

Sin embargo, a pesar de las herramientas adquiridas en el curso de creación de empresas en el cual, entre todas las lecciones aprendidas quedó clara por parte de los autores la necesidad de realizar una correcta planificación de todas las acciones y procesos para garantizar el éxito del desarrollo de la idea y del sostenimiento de la empresa naciente gracias a la idea innovadora de ingeniería, surgió la inquietud de garantizar la sostenibilidad de las ideas base para el emprendimiento empresarial. Los autores sintieron que parte de esta necesidad fue satisfecha con la adquisición de conocimientos de administración general mediante el estudio de asignaturas como “Administración Industrial” y “Evaluación de proyectos”, así como del diplomado en gestión administrativa¹. La adquisición de los conocimientos de administración general adicionados a los conocimientos del área de aplicación llevó a los autores a ponerse de acuerdo en que es necesario como parte de su deseo de contribuir en la formación de ingeniería, adicional al fomento y administración de empresas, a aprender a gestionar las ideas de proyecto, con el fin de crear un cimiento principal para el fomento y administración de las empresas o causas que surjan de la concepción de una idea innovadora en el área de Ingeniería al que los autores pertenecen, tal como sucedió con grandes compañías del sector de las ingenierías eléctrica, electrónica y de telecomunicaciones como Apple, Intel, Microsoft, IBM, Westinghouse, General Electric, SONY, entre otras, que partieron de ideas innovadoras y que hoy en día han logrado alcances nunca antes imaginados, gracias no sólo al desarrollo sus ideas de ingeniería que han impactado a la sociedad, sino a la correcta y eficiente gestión y administración de éstas ideas y de los procesos asociados a éstas dentro como fuera de las empresas.

¹ Programa de diplomado ofrecido por la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la UIS, el cual fue cursado por Sergio Enrique Méndez Aceros, coautor de este trabajo de grado, en el año 2.005, con una duración de 140 horas.

Por tanto, fue claro para los autores de este trabajo de grado que es necesario establecer una metodología de trabajo encaminada a determinar la aplicabilidad y viabilidad de una idea de proyecto para ser desarrollada y así garantizar la sostenibilidad de esta para que, si es deseo de quien la formule, la haga salir adelante y más allá de los linderos de la universidad, en pro de beneficiar a la sociedad y a la misma Universidad.

1. ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES PARA LA REALIZACIÓN, POR PARTE DE LOS ESTUDIANTES, DEL PLANTEAMIENTO Y DESARROLLO DE PROYECTOS DE GRADO EN LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES.

El desarrollo del primer objetivo específico de este trabajo de grado, tal como se ha consignado, revela la situación actual con la que los futuros ingenieros se encuentran para realizar su proyecto de grado desde los grupos de investigación de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Para esto, se ha tomado como grupo piloto al Centro de Innovación y Desarrollo para la Investigación en Ingeniería del Software – CIDLIS, por ser este el de mayor rango ante COLCIENCIAS (Categoría A) en la escuela; los resultados obtenidos al final de este trabajo serán extensibles a los demás grupos de investigación considerando que éstos son iguales en funciones y propósitos, manteniendo su diferencia en el área que investigan.

1.1. MODELO DE CALIFICACIÓN DE TRABAJOS DE GRADO EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

Un estudiante de pregrado de la Universidad Industrial de Santander al estar matriculado en esta alma máter, se somete a la reglamentación vigente en la misma, y el modelo de calificación de trabajos de grado en la Universidad por tanto, rige para los estudiantes de pregrado de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Cuando este proyecto inició estaba vigente el título V, capítulo IX del reglamento académico estudiantil de pregrado, pero a comienzos del año en curso, el Consejo Superior emitió el acuerdo No. 004 que se analizará a continuación y cuyo texto puede ser visto en el anexo 1.

1.1.1. Análisis del Acuerdo del Consejo Superior No. 004 de 2.007, el cual expide el nuevo reglamento de trabajos de grado, acerca de las nuevas modalidades y métodos para la evaluación de los mismos.

❖ Generalidades.

Este acuerdo expidió una modificación al capítulo IX del título V correspondiente al reglamento académico de pregrado el cual regula la vida académica de todos los estudiantes de pregrado de la Universidad Industrial de Santander. Este acuerdo formula las disposiciones concernientes a la realización del trabajo de grado de los estudiantes que aspiran a graduarse, en las cuales formula los principios formativos del trabajo de grado los cuales son:

- Aplicar el método científico a procesos de estudio y decisión.²
- Diagnosticar problemas y necesidades utilizando los conocimientos adquiridos en la Universidad³.
- Acopiar y analizar información para plantear soluciones a problemas y necesidades específicos⁴.
- Desarrollar planes y ejecutar proyectos que le permitan demostrar sus capacidades y talentos, así como fortalecer la toma de decisiones⁵.
- Profundizar en el conocimiento de un área temática o problema de interés⁶.

Sin embargo, delega a las escuelas de la universidad la formulación de las áreas de trabajo de los trabajos de grado, al igual que la adopción de las modalidades de desarrollo de los trabajos de grado para sus estudiantes que deben ser aprobadas por el consejo académico.

Respecto a la duración del proyecto, este acuerdo plantea la duración máxima de dos periodos académicos correspondientes a un año lectivo en condiciones de normalidad

² Acuerdo No. 004 de 2007 emanado del Consejo Superior, Pág. 3.

³ *Ibíd.*

⁴ *Ibíd.*

⁵ *Ibíd.*

⁶ *Ibíd.*

académica, mediante la matrícula de dos asignaturas denominadas “Trabajo de Grado I” y “Trabajo de Grado II”. Sobre la primera, al matricularla el director del trabajo de grado debe desarrollar un cronograma de actividades encaminadas a la formulación de un plan de trabajo a ser desarrollado en el transcurso del semestre siguiente, en el cual el estudiante tendrá matriculado su “Trabajo de Grado II”. El alcance del trabajo y su delimitación en el plan de proyecto, entregable del “Trabajo de Grado I” debe garantizar que el “Trabajo de Grado II” solamente se ejecute durante un periodo académico. El desarrollo de estas dos asignaturas se contempla para que no exceda de dos periodos académicos, fijando así el periodo de desarrollo del trabajo de grado en un (1) año.

Adicionalmente, este acuerdo entrega los delineamientos organizacionales que buscan garantizar que las escuelas dediquen parte de su personal a la supervisión del desarrollo de los trabajos de grado de los estudiantes, determinando la formación de un comité de trabajos de grado por escuela, y asignándoles las siguientes funciones:

- Analizar, aprobar o recomendar mejoras, si fuere necesario, al plan de trabajo propuesto por el (los) estudiante(s) y orientado por el respectivo director de trabajo de grado⁷.
- Emitir el concepto final aprobatorio para el Trabajo de Grado I⁸.
- Definir las características que debe tener el informe final del Trabajo de Grado II⁹.
- Asignar calificadores al informe final del Trabajo de Grado II¹⁰.

El Consejo Superior en uso de sus facultades expidió el acuerdo No. 004 de 2.007 el cual modificó el título V, capítulo IX del Reglamento Académico de Pregrado que regula las modalidades actuales para los estudiantes de pregrado con miras a la obtención de su título. Las modalidades son:

⁷ *Ibíd.*, pág. 6.

⁸ *Ibíd.*

⁹ *Ibíd.*

¹⁰ *Ibíd.*

❖ **Trabajo de Investigación.**

“Comprende el diseño y ejecución de un plan que busca aportar soluciones a problemas teóricos o prácticos, vigentes en el entorno local, regional o nacional; adecuar y apropiar tecnologías; replicar y validar conocimientos producidos en otros contextos; generar innovación o realizar el estudio y análisis teórico de un problema mediante un trabajo monográfico”¹¹. Esta modalidad estaba vigente antes de la modificación al Reglamento Académico de Pregrado y por tanto, contemplamos esta modalidad como aplicable para nuestro modelo dado que los proyectos de grado que desarrollan los estudiantes de pregrado desde los grupos de investigación de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones se han basado en esta modalidad.

❖ **Trabajo de Creación Artística.**

“Es una experiencia académica desarrollada por estudiantes del área artística, que les permite expresar sus habilidades y talentos mediante un lenguaje personal a partir del cual generan su propia obra y la presentan en público. El trabajo implica asimismo, la responsabilidad profesional del proceso de exhibición o socialización en relación consigo mismo, con el espacio y con la sociedad; demostrando además, sus capacidades argumentativas y conceptuales frente a su obra y el contexto artístico general”¹². Esta modalidad está orientada a los estudiantes que realizan producciones artísticas desde el marco de su carrera, dado que la producción intelectual de los estudiantes de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones no se considera de índole artística, esta modalidad no será contemplada por el modelo propuesto.

❖ **Práctica en Docencia.**

“Comprende la experiencia y los aportes del estudiante en la cátedra universitaria mediante el desarrollo de proyectos de aula orientados a proponer y/o evaluar nuevas metodologías, estrategias didácticas, procesos de evaluación de asignaturas y demás componentes que contribuyan al mejoramiento del proceso de aprendizaje, o el

¹¹ *Ibíd.* Pág. 4.

¹² *Ibíd.*

enriquecimiento de unidades de aprendizaje en las que se desarrollen objetos de aprendizaje mediante el uso de TICs.”¹³. Desde el Centro de Innovación y Desarrollo para la Investigación en Ingeniería del Software se han realizado proyectos enfocados a esta modalidad aunque en el pasado se consideraron de la modalidad trabajo de investigación por los aportes que éstos egresados realizaron. Dado que este tipo de proyectos se puede alinear dentro de esta modalidad, es tenida en cuenta en la formulación del modelo porque implica la realización de diseños de herramientas, procesos e implementación de TICs.

❖ **Práctica Empresarial.**

“Es una experiencia académica en la cual el estudiante entra en contacto e interactúa a través de proyectos específicos, con la realidad de contextos empresariales a nivel local, nacional o internacional en áreas de su profesión, en la cual aplica y fortalece competencias personales y profesionales” ¹⁴. Éstos proyectos específicos si son propuestos por el estudiante se pueden encuadrar dentro del modelo que trata este trabajo, si por el contrario la práctica implica el desarrollo de un proyecto ya establecido, formulado y aprobado para su ejecución, en este caso el estudiante no necesitaría de este modelo a menos que requiera la formulación de subproyectos dentro del proyecto para el cual se encuentra trabajando.

❖ **Práctica Social.**

“Permite al estudiante ponerse en contacto con las necesidades de entes territoriales o comunidades en el país y diseñar o aplicar alternativas de solución a problemas que hacen parte de su campo profesional, en proyectos que tienen como finalidad aportar al mejoramiento de la calidad de vida de grupos poblacionales. Los proyectos en que el estudiante trabaje deben estar enmarcados dentro del plan de desarrollo territorial o de la organización donde se lleva a cabo la práctica”¹⁵. Esta modalidad se puede ceñir al modelo dado que los ingenieros electricistas y electrónicos tienen la capacidad de

¹³ *Ibíd.*

¹⁴ *Ibíd.* Pág. 5.

¹⁵ *Ibíd.*

resolver problemas desde su campo de aplicación a un ente territorial o comunidad en el país. Como implica la formulación de proyectos desde su área del conocimiento para este fin, la modalidad también se puede trabajar con el modelo de este trabajo puesto que es necesario determinar y evaluar la aplicabilidad y viabilidad de la solución propuesta desde el área de ingeniería por el estudiante antes de su aprobación y posterior ejecución.

❖ **Seminario de Investigación.**

“Es un proceso reflexivo, sistemático y crítico que tiene como propósito fortalecer en el estudiante las habilidades requeridas en el manejo de la información y la comunicación para desarrollar investigación científica, valiéndose de la formación para el trabajo tanto personal como en equipo y original sobre un tema específico. Asimismo, busca iniciar el estudio de nuevos objetivos de investigación de interés para la escuela. Este trabajo lo realiza un grupo de 3 a 5 estudiantes quienes bajo la dirección de un profesor elaboran y ejecutan el plan del Seminario sobre un tema investigación, mediante una dinámica que comprende actividades de relatoría, correlatoría, discusión y elaboración de un documento síntesis, en el cual se incluye el estudio de los referentes contextuales del tema seleccionado (aspectos políticos, éticos, económicos y sociales)”¹⁶. Como esta modalidad apunta a la creación de un seminario de tema de investigación no es posible aplicar el modelo para aplicar la viabilidad y aplicabilidad de proyectos de grado, dado que éste se enfoca a asegurar la extensión del proyecto en cambio que la modalidad se refiere a la creación de un seminario que no exige un producto entregable aplicable a extensión sino que meramente arroja resultados de una investigación, a menos que dicho grupo de investigación implemente el modelo propuesto para la formulación de sus proyectos.

❖ **Cursos en Programas de Maestría o Doctorado.**

“Comprenden el desarrollo por parte del estudiante, de asignaturas pertenecientes a este tipo de posgrados en su área disciplinar u otras cuya afinidad le permitan la profundización y análisis teórico de problemas correspondientes a un tema de su

¹⁶ *Ibíd.*

interés”¹⁷. Esta modalidad por ser de índole netamente académica, no es evaluable en lo que concierne a su aplicabilidad y viabilidad por tanto, no será tenida en cuenta por el modelo propuesto puesto que se busca efectuar por parte del estudiante una profundización teórica mas no aplicada, en situaciones de un tema a interés del mismo.

❖ **Pasantía de Investigación.**

“Permite al estudiante la identificación y fortalecimiento de habilidades requeridas para el desarrollo de procesos investigativos mediante su vinculación a grupos de investigación de la Universidad Industrial de Santander o de otras universidades nacionales o internacionales. En la pasantía el estudiante se involucra en la formulación de un protocolo de investigación o en el desarrollo de un proyecto de investigación en marcha, aportando en alguno de sus componentes bajo la orientación del director del proyecto”¹⁸. Dado que bajo esta modalidad se contempla la formulación de un protocolo de investigación mas no de un proyecto, no se contempla dentro del modelo a esta modalidad puesto que las labores del estudiante están encaminadas al desarrollo de un proyecto ya establecido por el grupo de investigación al que pertenece, a menos que dicho grupo de investigación implemente el modelo propuesto para la formulación de sus proyectos.

❖ **Práctica en Creación de Empresa.**

“Tiene como propósito el fortalecimiento del espíritu empresarial y la generación de empleo. Comprende la formulación de un plan de negocio, de acuerdo a los lineamientos definidos por la Vicerrectoría de Investigación y Extensión para esta modalidad”¹⁹. Cuando se formula un plan de negocio es necesario demostrar en los estudios que lo componen que éste es aplicable y viable, por tanto, este modelo también tendrá en cuenta esta modalidad.

¹⁷ *Ibíd.*

¹⁸ *Ibíd.*

¹⁹ *Ibíd.*

1.1.2. Comparación con el Modelo Propuesto por el Anterior Reglamento de Trabajos de Grado.

En el capítulo IX del título V, el Reglamento Académico de Pregrado de la Universidad Industrial de Santander estipula en su título sobre proyecto de grado la disponibilidad de cuatro (4) modalidades de proyecto de grado: investigación, práctica empresarial, docencia y servicio social. Sin embargo, la expedición del acuerdo 004 de 2007 derogó las disposiciones del Reglamento Académico de Pregrado en lo que respecta a la regulación establecida en el capítulo mencionado.

La nueva reglamentación estipuló nueve modalidades para la realización de trabajos de grado por parte de los estudiantes de pregrado de la Universidad de lo que se halla lo siguiente: por un lado se mantuvieron en esencia las cuatro modalidades del Reglamento Académico de Pregrado, aunque a tres de ellas se les denomina de una forma distinta, como son el caso del “Trabajo de Investigación”, la “Práctica Docente” y la “Práctica Social”; de otro lado se crearon cinco modalidades nuevas: “Trabajo de Creación Artística”, “Seminario de Investigación”, “Cursos en Programas de Maestría o Doctorado”, “Pasantía de Investigación” y “Práctica en Creación de Empresa”; cuyas definiciones fueron tratadas en la sección inmediatamente previa. En el anexo 1 se ilustra el análisis comparativo de las cuatro modalidades en común de ambas normativas.

❖ Modalidad “Trabajo de Investigación”.

En la tabla A1.1., la cual puede ser vista en el anexo 1, se ilustra a modo de cuadro comparativo las diferencias que surgen entre el Reglamento Académico de Pregrado y el acuerdo 004 de 2.007 respecto a esta modalidad denominada “Investigación” en el primero y “Trabajo de Investigación” en la normativa sucesora.

❖ Modalidad “Práctica Empresarial”

Véase la tabla A1.2., del anexo 1 de este trabajo de grado.

❖ **Modalidad “Práctica en Docencia”**

En la tabla A1.3., que se detalla en el anexo 1, se ilustra a modo de cuadro comparativo las diferencias que surgen entre el Reglamento Académico de Pregrado y el acuerdo 004 de 2.007 respecto a esta modalidad denominada “Docencia” en el primero y “Práctica Docente” en la normativa sucesora.

❖ **Modalidad “Práctica Social”**

En la tabla A1.4., la cual es mostrada en el anexo 1, se ilustra a modo de cuadro comparativo las diferencias que surgen entre el Reglamento Académico de Pregrado y el acuerdo 004 de 2.007 respecto a esta modalidad denominada “Servicio Social” en el primero y “Práctica Social” en la normativa sucesora.

❖ **Relación de las nuevas modalidades del acuerdo 004 de 2.007 respecto a modalidades del Reglamento Académico de Pregrado.**

Se puede evidenciar que existen cinco modalidades que no estaban contempladas en la normatividad anterior. Sin embargo, se encuentra que algunas de las nuevas modalidades se han derivado de las modalidades anteriores.

Por una parte, en el acuerdo 004 de 2.007 se encontró que la modalidad de “Práctica Social”, en lo que tiene que ver con el procedimiento de realización de la práctica y el compromiso de la Universidad con el estudiante, es similar a la modalidad de “Práctica Empresarial”; sin embargo se diferencian en la finalidad de las mismas; aunque en principio la modalidad de “Práctica Social” se deriva de manera directa con la modalidad de servicio social del Reglamento Académico de Pregrado, la nueva modalidad posee ciertas similitudes con la modalidad de “Práctica Empresarial”.

De otro lado, se detectó que en el enfoque de la modalidad investigación del Reglamento Académico de Pregrado era posible tratar lo relacionado con el fomento de grupos de investigación, pero esta situación no era clara en la anterior reglamentación y por tanto, este tipo de proyectos se definían con la modalidad de investigación; aunque estaban

involucrados con alguna entidad investigadora, razón por la cual podría confundirse la realización de su proyecto con la modalidad de práctica empresarial, pero en este caso, como se trataba de realización de labores en el marco de los grupos de investigación, todos estos proyectos de grado terminaban enmarcados en la modalidad investigación por provenir el trabajo de grado de los estudiantes de dichos grupos sin importar el resultado que éstos produjeran.

La figura 1 ilustra un comparativo de las modalidades del Reglamento Académico de Pregrado y del Acuerdo 004 de 2.007 que contempla esta situación.



Figura 1. Relaciones de herencia detectadas entre modalidades del Reglamento Académico de Pregrado y el Acuerdo 004 de 2.007.

A continuación se tratará un breve análisis de las modalidades restantes en lo que respecta a estas derivaciones detectadas.

❖ **Derivadas de la modalidad “Investigación”.**

Con las modalidades de “Seminario de Investigación” y “Pasantía de Investigación”, se establecen nuevas figuras jurídicas para enmarcar aquellos trabajos de grado de carácter investigativo relacionados con el fomento de nuevas líneas de investigación en el caso de la primera, y de realización de labores y participación en proyectos de los grupos de investigación de la Universidad en el caso de la segunda.

❖ **Derivadas de la modalidad “Práctica Empresarial”.**

Surge la práctica en creación de empresa como una nueva alternativa para aquellos estudiantes e integrantes de la comunidad universitaria interesados en el fomento empresarial, buscando que los estudiantes formulen planes de negocio, con los lineamientos que establece la Vicerrectoría de Investigación y Extensión, teniendo en cuenta no sólo los conocimientos de su carrera sino también las prácticas de la Administración General y la Evaluación de Proyectos, buscando que los estudiantes adquieran una experiencia favorable a su perfil como empresarios, componente adicional a la formación profesional.

❖ **Derivadas de la modalidad “Servicio Social”.**

No hay nuevas modalidades en el acuerdo 004 de 2.007 derivadas de esta modalidad del Reglamento Académico de Pregrado. Como se trató anteriormente, la modalidad de práctica social fue afectada y tratada de manera similar a la modalidad de práctica empresarial en el acuerdo 004 de 2.007, marcando la diferencia en la finalidad que fue lo único que conservó de la modalidad de “Servicio Social” tratada en el Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado.

❖ **Derivadas de la modalidad “Docencia”**

No hay modalidades nuevas derivadas de esta modalidad del Reglamento Académico de Pregrado. Sin embargo, hubo una modificación sustancial en el procedimiento de realización de la práctica docente con el fin de involucrar las TIC's en el ejercicio docente de los nuevos profesionales.

❖ **No derivadas del Reglamento Académico de Pregrado.**

En el caso de las carreras de pregrado del área artística, no estaba estipulada la realización de trabajos de creación artística como opción de trabajo de grado, sino que debían ceñirse a lo estipulado por la aprobación de las asignaturas de su pensum con las actividades propuestas desde sus respectivas escuelas y departamentos. La modalidad de “Trabajo de Creación Artística” estipula esta opción para cumplir con el requisito de grado para carreras de pregrado del área artística. Es potestad de las escuelas definir si esta modalidad es válida para sus programas de pregrado.

Por otro lado, se creó la modalidad de “Cursos en Programas de Maestría o Doctorado”, en donde el estudiante puede acceder a estos cursos con el propósito de fortalecerse en un área del conocimiento de su carrera. Sin embargo, la normativa no es clara en el tipo de producto entregable derivado de esta modalidad y queda a disposición de las escuelas como de los coordinadores de posgrado determinar qué se requiere como producto entregable final del proceso, si bien es cierto que en el caso de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, la realización de un curso de postgrado está directamente relacionado con la aplicación de los conocimientos vistos y por ende, finaliza en la entrega de la solución a una problemática tratada.

1.2. REVISIÓN DEL DESARROLLO DE PROYECTOS DE GRADO DE ESTUDIANTES DE PREGRADO DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA BAJO LA REGENCIA DEL REGLAMENTO ACADÉMICO DE PREGRADO.

Con el fin de verificar el estado de realización de los proyectos de grado durante la vigencia del Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado se realizó un estudio estadístico, cuyo formato de encuesta implementado se muestra en el anexo 2.

1.2.1. Hipótesis

Los estudiantes de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones a quienes les rige el Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado como normativa para el desarrollo de su trabajo de grado, realizan su proyecto en un tiempo acorde con sus expectativas, teniendo en cuenta prácticas de la Gestión de Proyectos y la Administración General.

1.2.2. Ficha técnica

Tabla 1. Ficha técnica del estudio estadístico asociado a la prueba de hipótesis.

Entidad interesada	Autores del proyecto
Perfil de los entrevistados (Población)	Estudiantes de pregrado y profesionales egresados en los últimos años de las carreras de ingenierías eléctrica y electrónica de la Universidad Industrial de Santander
Muestra	140 personas
Tipo de muestreo	Aleatorio simple
Tipo de entrevista	Personal
Nivel de Confianza	95%
Error máximo	+/- 4,12%
Periodo de realización	Noviembre 2006 – Febrero 2007

1.2.3. Resultados de la encuesta por pregunta

❖ **Pregunta No. 1.** Respecto al programa académico cursado.

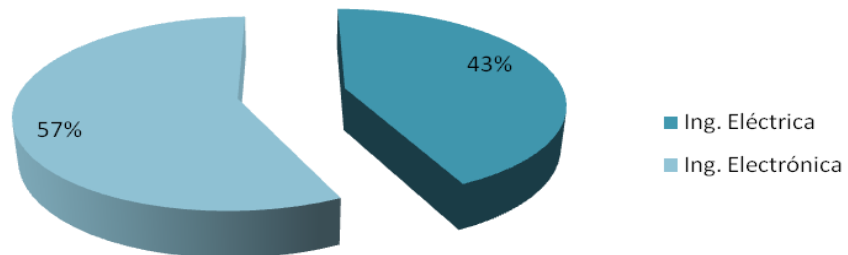


Figura 2. Composición de la muestra según el programa académico de formación.

❖ **Pregunta No. 2.** Sobre el estado actual del proyecto de grado.

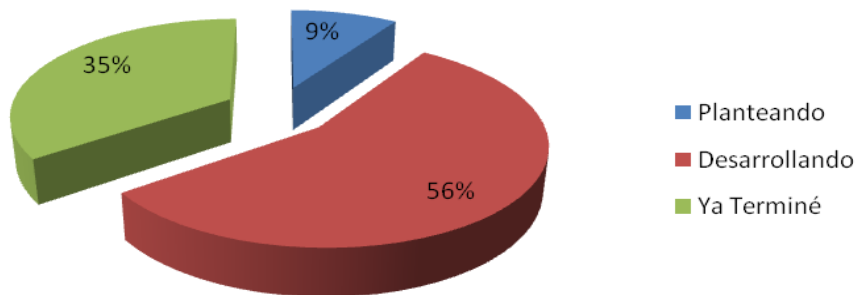


Figura 3. Composición de la muestra según el programa académico de formación.

❖ **Pregunta No. 3.** Tipo de proyecto de grado en desarrollo o desarrollado por el tipo de entregable.

Para esta pregunta, las opciones presentadas fueron seleccionadas teniendo en cuenta un sondeo previo sobre el tipo de entregable de proyecto de grado que realizan los estudiantes que aspiran a obtener el título de Ingeniero Electricista o de Ingeniero Electrónico.

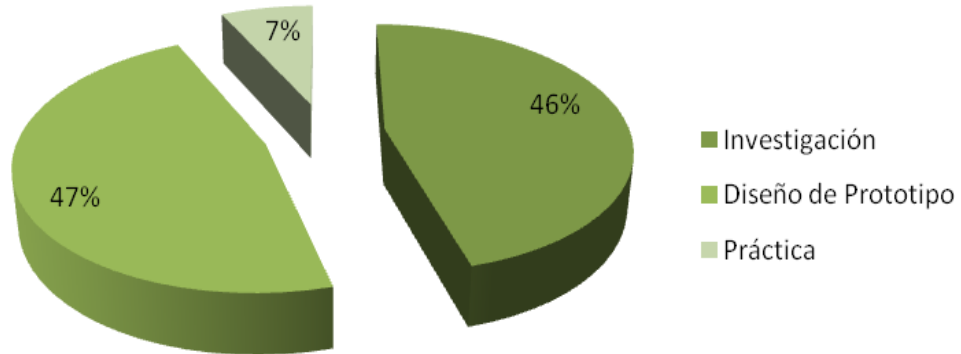


Figura 4. Composición de la muestra según el tipo de entregable del proyecto de grado.

Teniendo en cuenta que el entregable “Diseño de Prototipo” se realiza en los proyectos de grado enmarcados en la modalidad Investigación según se verificó en un sondeo previo, al agrupar las categorías “Investigación” y “Diseño de Prototipo” en la modalidad investigación, obtenemos las proporciones de estudiantes involucrados con las diferentes modalidades del Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado.

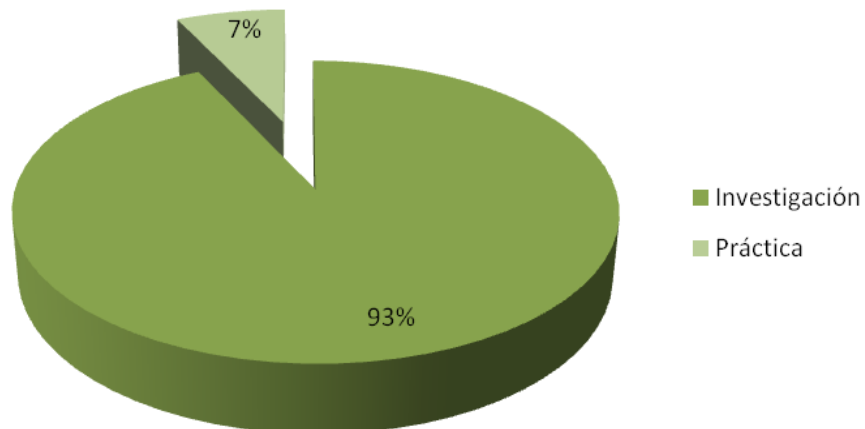


Figura 5. Composición de la muestra según la modalidad de proyecto de grado.

De lo anterior, se infiere que la mayor parte de los estudiantes de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones realizan su proyecto de grado en la modalidad investigación. Asimismo, un gran número de estos proyectos de investigación generan como producto entregable el diseño de un prototipo.

❖ **Pregunta No. 4.** Tiempo de realización (esperado o realizado según el caso).

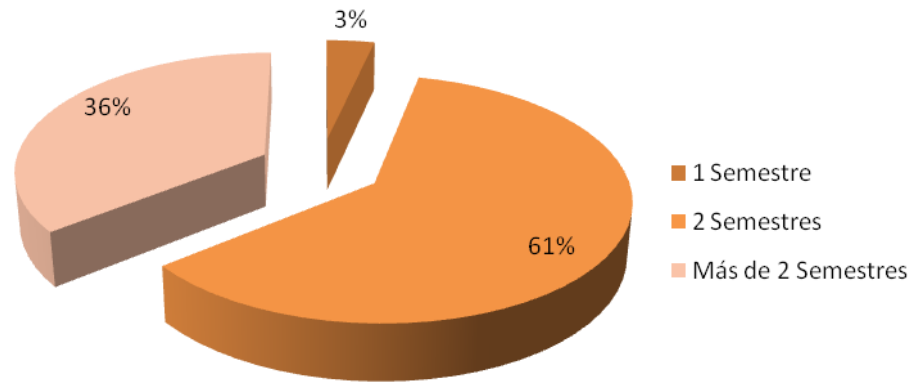


Figura 6. Tiempo de duración de la realización del proyecto de grado.

La unidad tomada en cuenta es el número de semestres en que realizó el proyecto de grado desde su formulación hasta la entrega. Sumando las categorías “2 Semestres” y “Mas de 2 Semestres” encontramos que el 97% de los estudiantes de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones requieren de al menos dos (2) semestres para realizar su proyecto de grado.

❖ **Pregunta No. 5.** Coherencia del tiempo planeado con el utilizado realmente para la realización del proyecto de grado.

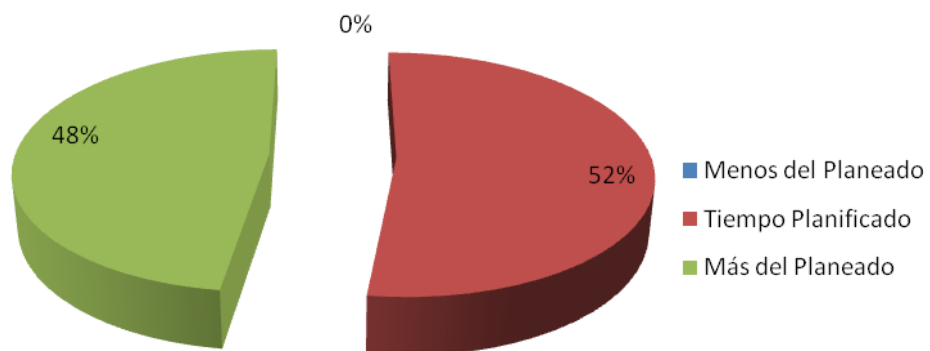


Figura 7. Tiempo de duración de la realización del proyecto de grado.

Se verifica con esta pregunta si los estudiantes están realizando sus proyectos en tiempos inferiores, iguales o superiores a los planeados. Se encuentra que los estudiantes de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones no realizan su

proyecto de grado en tiempos inferiores a los planificados. Aunque la mayoría de los estudiantes realizan su proyecto en el tiempo planeado, es considerable la proporción de estudiantes que requieren más tiempo del planeado para realizar su proyecto.

❖ **Pregunta No. 6.** Actividades desarrolladas o a desarrollar en el plan de proyecto de grado.

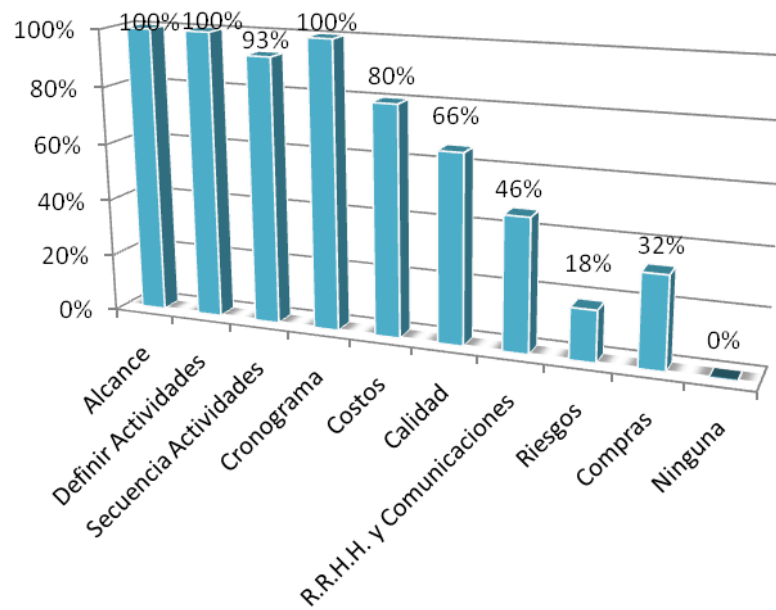


Figura 8. Actividades tenidas en cuenta a la hora de realizar el plan de proyecto de grado.

Esta pregunta de selección múltiple muestra qué componentes son tenidos en cuenta a la hora de realizar el plan de proyecto de grado. Podemos inferir que todos los planes de proyecto de los estudiantes de las carreras de ingenierías eléctrica y electrónica al menos plantean el alcance del proyecto, enuncian las actividades a desarrollar en el proyecto y estipulan un cronograma de actividades. También se comprueba que adicionalmente a las tres anteriores, la mayoría de los estudiantes contemplan el planteamiento de la secuencia de las actividades, estipulan los costos del proyecto y establecen parámetros de calidad. De otro lado, se encuentra que tan sólo el 18% de los estudiantes tratan los riesgos del proyecto a la hora de formular su plan. Ningún estudiante de los encuestados no tuvo algún otro parámetro diferente a los indicados a la hora de formular su plan de proyecto.

- ❖ **Pregunta No. 7.** Actividades contempladas en el desarrollo del proyecto de grado luego de ser planificado.

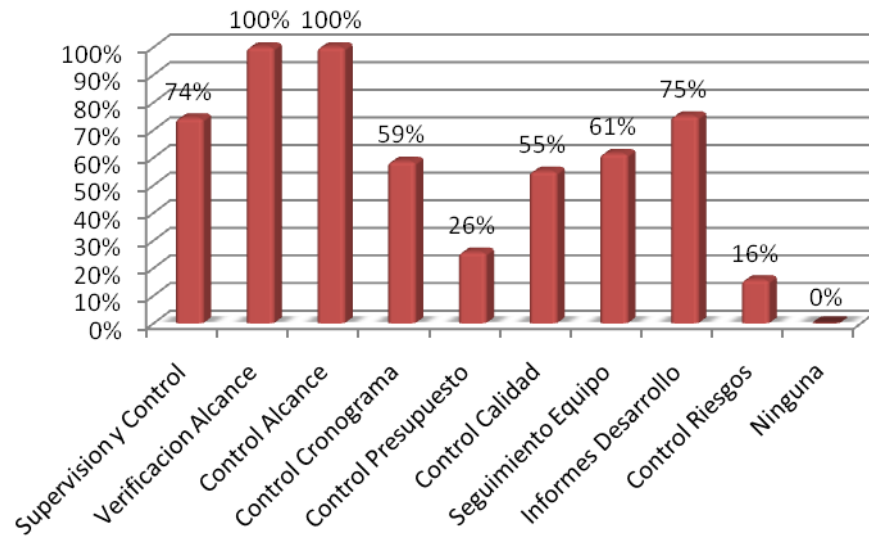


Figura 9. Actividades tenidas en cuenta a la hora de desarrollar el proyecto de grado.

Se encuentra que los estudiantes de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones que realizaron su proyecto de grado bajo la regencia del Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado verificaron y controlaron el alcance del proyecto. La mayoría de los estudiantes adicionalmente supervisan y controlan las actividades planificadas, controlan el cronograma de actividades, efectúan controles de calidad, seguimiento del equipo de trabajo y entregan informes de desarrollo o de avances del proyecto. Sin embargo, tan sólo el 26% realizaron los respectivos controles de presupuesto y el 16% controlaron los riesgos del proyecto (ver figura 9).

- ❖ **Pregunta No. 8.** Acerca de la gestión de integración del proyecto.

- **Ítem 8.1.** Constitución del proyecto.

La mayoría de los estudiantes consideran el establecimiento de convenios como actividad a realizar en el marco de la constitución del proyecto. Sin embargo, existe un margen considerable (36%) de estudiantes que no realizan las tres actividades planteadas en el

marco de la constitución del proyecto de grado. De otro lado, apenas el 34% se atreven a describir los productos que se obtendrán del proyecto y tan sólo el 9% verifica las implicaciones ambientales de su proyecto de grado.

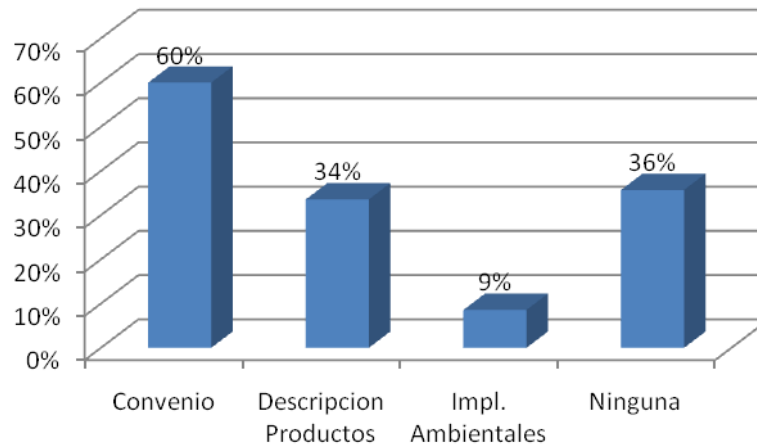


Figura 10. Actividades efectuadas para constituir el proyecto de grado.

- **Ítem 8.2.** Enunciado preliminar del alcance del proyecto.

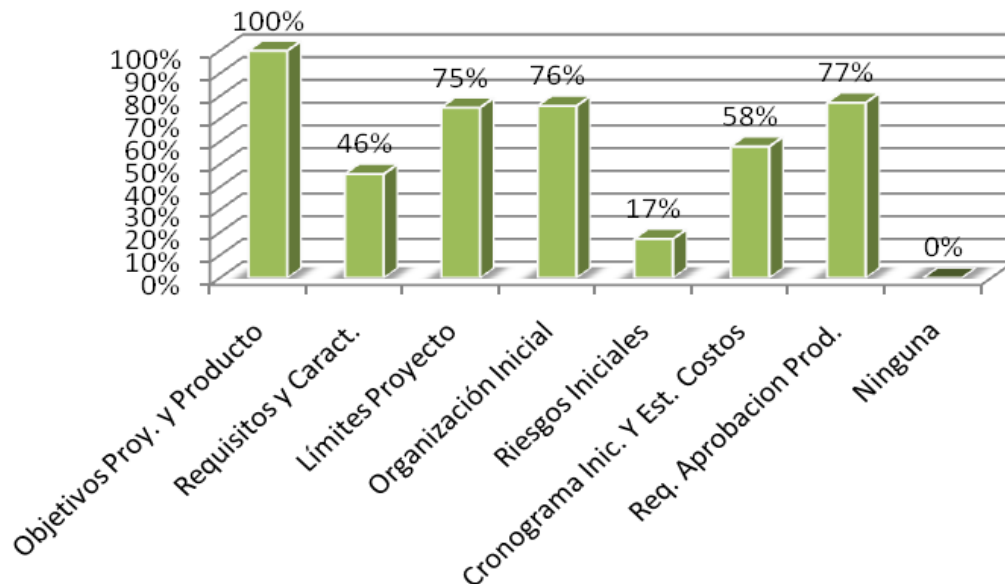


Figura 11. Implementación de actividades relacionadas para realizar el enunciado preliminar del alcance del proyecto de grado.

A la hora de constituir el proyecto, los estudiantes de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones tienen en cuenta enunciar los objetivos del proyecto y del producto. Adicionalmente, la mayoría establecen los límites del proyecto, establecen una organización inicial del proyecto, fijan un cronograma inicial, estiman los costos y plasman los requisitos para aprobar los productos del proyecto. Aunque es considerable, no es mayoritaria la proporción de estudiantes que estipulan los requisitos y características del producto o servicio a desarrollar en el proyecto. Se deduce que es minoritaria la proporción de estudiantes que tienen en cuenta los riesgos iniciales del Proyecto.

- **Ítem 8.3.** Dirigir y gestionar la ejecución del proyecto.

Como se puede observar en la figura 12, aunque la mayoría de los estudiantes de la Escuela realizan las actividades planteadas a la hora de dirigir y gestionar la ejecución de su proyecto de grado, no contemplan los riesgos ni tampoco implementan la respuesta a dichos riesgos.

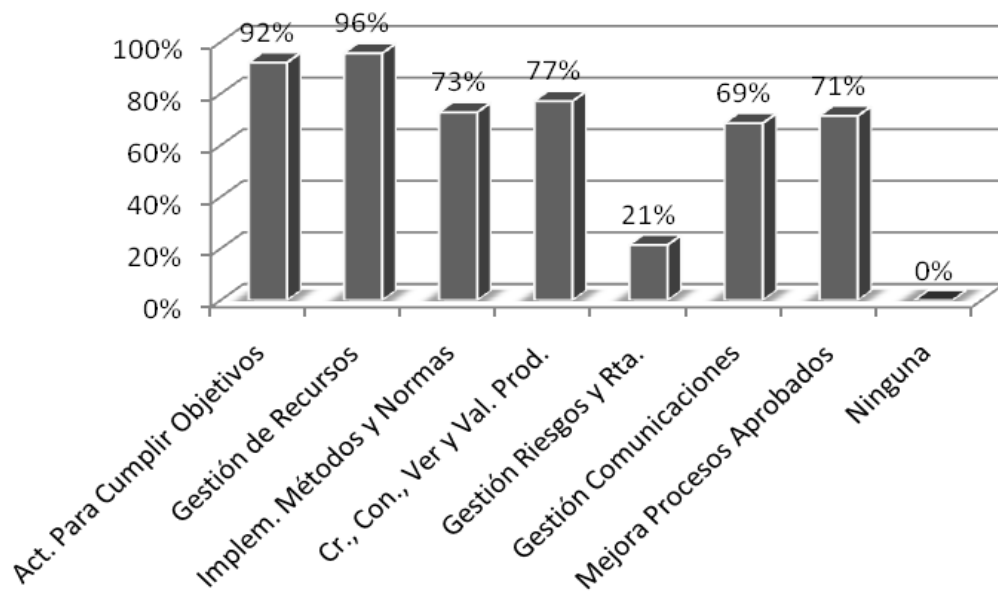


Figura 12. Aplicación de actividades enfocadas a dirigir y gestionar la ejecución del proyecto de grado.

- **Ítem 8.4.** Supervisar y controlar el trabajo del proyecto.

Como podemos verificar en la figura 13, se encuentra que los estudiantes de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones comparan el rendimiento del proyecto respecto a lo planteado en el plan de proyecto como medida para supervisar y controlar el trabajo del proyecto. La mayoría de ellos supervisan la implementación de los cambios aprobados a medida que éstos se produzcan. A pesar de ello, apenas un 39% evalúan el rendimiento del proyecto con el fin de implementar acciones correctivas o preventivas a pesar que realizan la comparación del rendimiento real respecto al planeado y tan sólo el 24% realiza un análisis y seguimiento de los riesgos del proyecto para asegurarse de que estos se identifican, informan el estado y chequean si los planes de respuesta a los riesgos se están llevando a cabo.

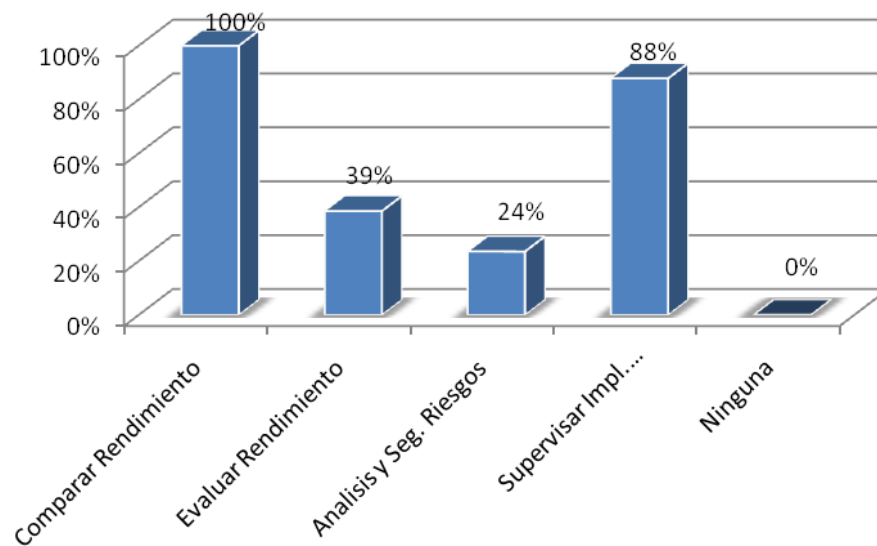


Figura 13. Implementación de actividades alusivas a la Supervisión y Control del Trabajo de Grado.

- **Ítem No. 8.5.** Control integrado de cambios.

Se encontró que los estudiantes que aspiran a obtener el título de Ingeniero Electricista o de Ingeniero Electrónico proceden a identificar la necesidad de cambios o que los mismos hayan sucedido en el desarrollo del proyecto. La mayoría de ellos mantienen la integridad

del proyecto, es decir, no modifican los objetivos planteados y mantienen sus productos entregables, así como en menor proporción gestionan los cambios en el proyecto a medida que éstos sucedan. Ningún estudiante manifestó la realización de alguna actividad adicional. Los resultados pueden verse en la figura 14.

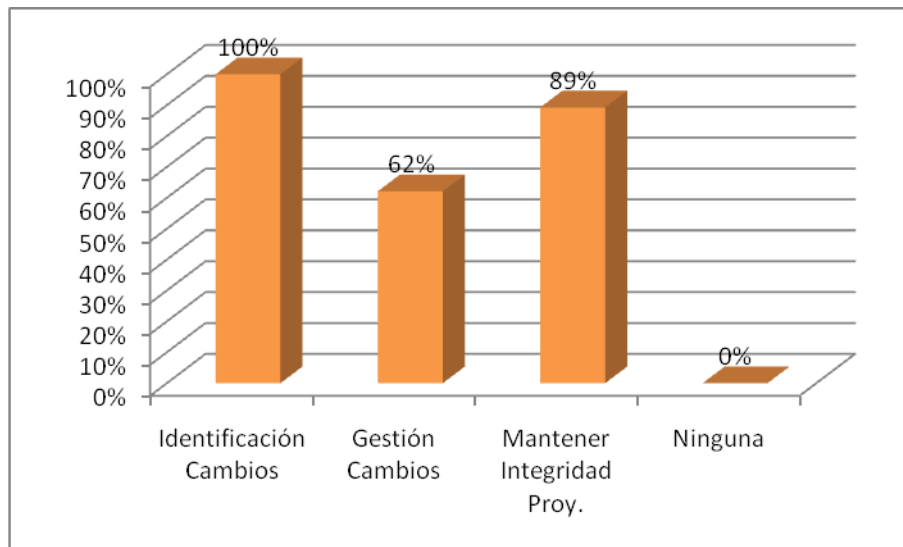


Figura 14. Implementación de actividades relacionadas para efectuar el control integrado de cambios del proyecto de grado.

- **Ítem 8.6.** Cierre del Proyecto.

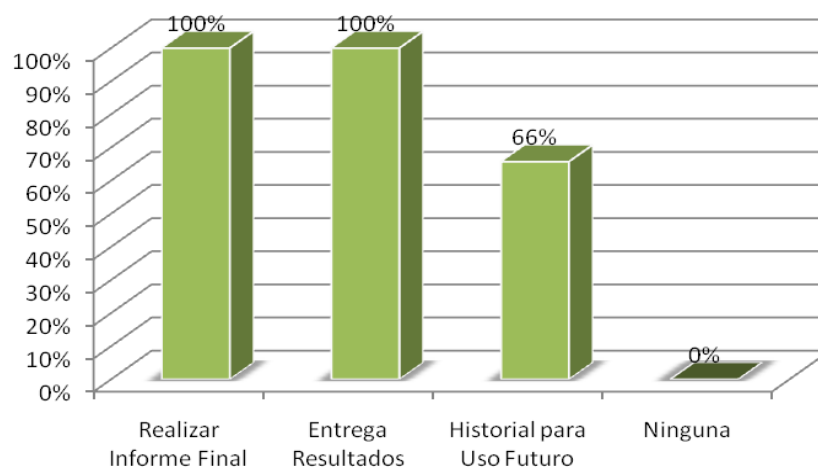


Figura 15. Implementación de actividades relacionadas para el cierre del proyecto de grado.

Se detecta que los estudiantes de la Escuela de Ingenierías Eléctrica y Electrónica, con miras a realizar el cierre de su proyecto de grado, realizan y entregan un informe final del proyecto junto a los resultados del mismo. La mayoría de éstos elaboran un historial de eventos o bien tabulan los registros de eventos de desarrollo del proyecto para que sea utilizado y tenido en cuenta a la hora de realizar futuros proyectos.

❖ **Pregunta No. 9.** Respecto de la gestión del alcance del proyecto.

Revisando la figura 16, se encuentra que la mayoría de los estudiantes realizan un plan de gestión de alcance del proyecto, en menor proporción describen en detalle en el enunciado del alcance los productos entregables y el trabajo necesario para el desarrollo de dichos productos y con un leve margen aunque mayoritario, proceden a efectuar actualizaciones al plan de gestión de alcance de su proyecto. El 12% de los estudiantes implementan acciones correctivas en el plan de gestión de alcance con el fin de garantizar el cumplimiento de los objetivos. El 15% manifestaron no realizar ninguna acción de las enunciadas.

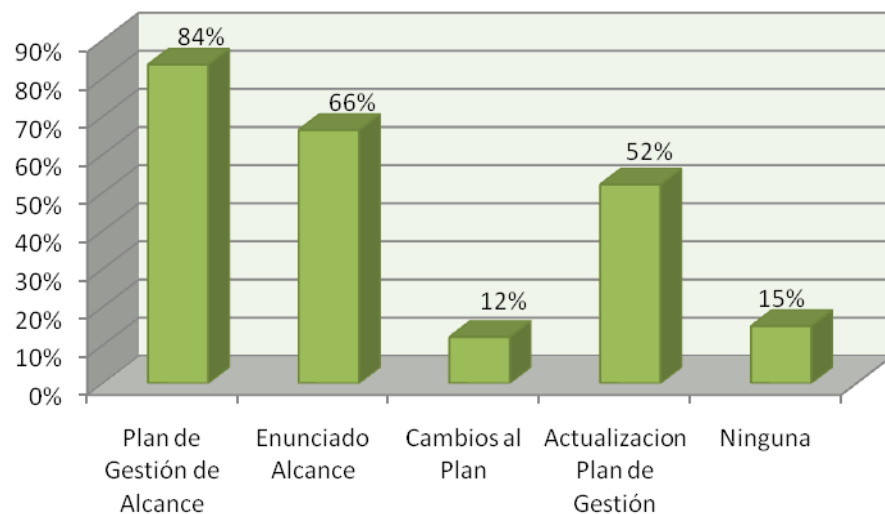


Figura 16. Implementación de actividades relacionadas con la Gestión de Alcance del Proyecto.

❖ **Pregunta No. 10.** Respecto de la gestión del tiempo del proyecto.

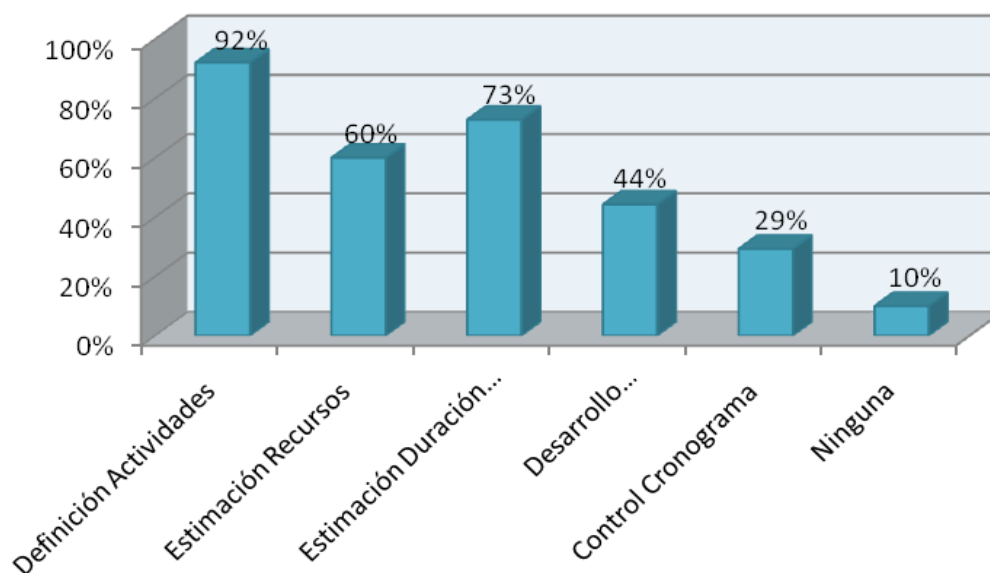


Figura 17. Implementación de actividades relacionadas con la gestión del tiempo del proyecto.

La figura 17 revela que la mayoría de estudiantes realizan la definición de actividades, es decir, identifican y documentan las dependencias entre actividades del cronograma y en menor proporción estiman la duración de las actividades programadas así como los recursos necesarios para efectuarlas. Aunque no es mayoritaria la proporción, un gran número de estudiantes a la hora de desarrollar el cronograma analizan las secuencias de actividades, su duración, los requisitos de recursos y las restricciones del mismo. Tan sólo el 29% de los estudiantes efectúan controles de cambios en los cronogramas de sus proyectos. Existe un grupo de 10% de la población que no efectúa ninguna de estas actividades.

❖ **Pregunta No. 11.** Respecto de la gestión de calidad del proyecto.

En la figura 18 se detalla la respuesta de los encuestados luego de indagarles si a la hora de realizar su proyecto de grado, implementan o tienen planeado implementar alguna de las siguientes acciones relacionadas con Gestión de Calidad del Proyecto:

- Planificación de la Calidad
- Aseguramiento de la Calidad
- Control de Calidad
- Ninguna de las Anteriores

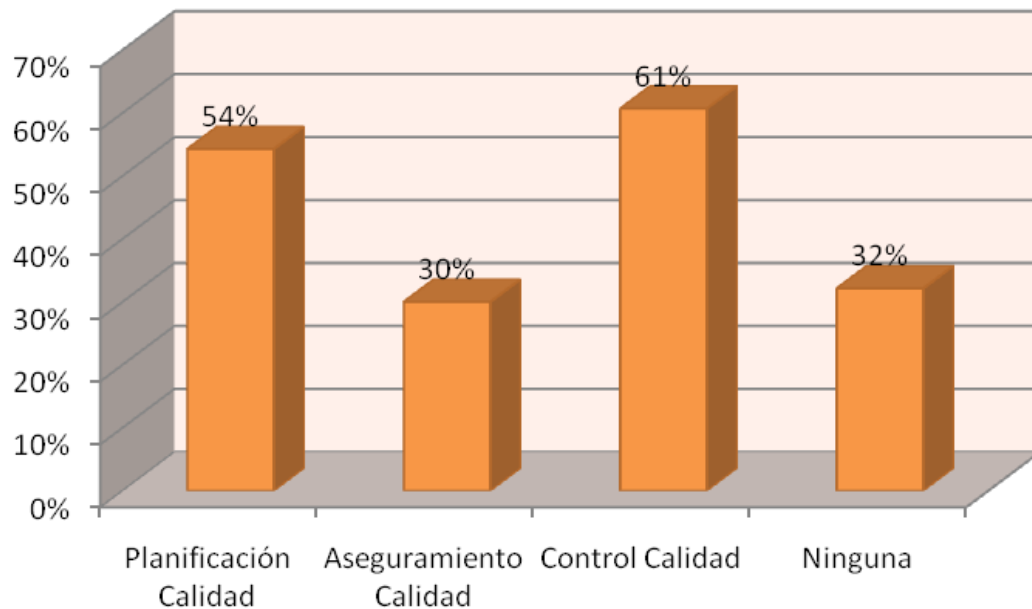


Figura 18. Implementación de actividades relacionadas con la Gestión de Calidad del Proyecto.

Se detecta que la mayoría de los encuestados realizan planificación de calidad y efectúan controles. Dado que el margen de estudiantes que efectúan control de calidad es superior al margen de quienes realizan una planificación de la calidad, se detecta un grupo de estudiantes que realizan un control de calidad de modo intuitivo, es decir, sin planificación previa. Lo anterior se refuerza con el hecho que apenas el 30% se asegura de la calidad de los productos de su proyecto. El margen de 32% se establece como la proporción de estudiantes que no efectuaron actividad alguna con la gestión de calidad del proyecto.

❖ **Pregunta No. 12.** Capacidad para efectuar control de calidad.

La figura 19 revela los resultados referentes a esta pregunta en la cual se indaga a los estudiantes si se encuentran capacitados de alguna forma para efectuar controles de

calidad mediante el conocimiento de herramientas para dicho fin. Los resultados se ilustran a continuación.

¿Conoce Usted Herramientas para llevar a cabo el Control de Calidad?

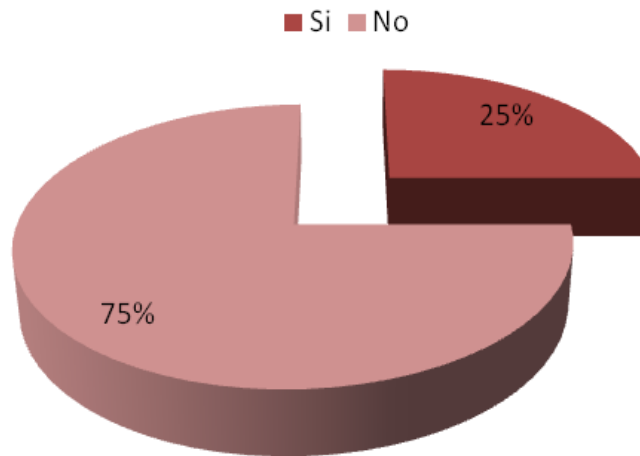


Figura 19. Estudiantes con conocimientos de herramientas para efectuar el control de calidad en un proyecto.

Con un margen de 75% que manifestó no conocer herramientas para llevar a cabo el control de calidad, se encuentra que la mayoría no tiene habilidades certificadas para llevarlo a cabo. De lo anterior, y teniendo en cuenta los resultados de la pregunta No. 11 se corrobora que los estudiantes realizan controles de calidad a sus proyectos de grado de forma intuitiva.

❖ **Pregunta No. 13.** Manejo de herramientas de control de calidad.

Revisando la figura 20, indagamos a los estudiantes que respondieron afirmativamente la pregunta No. 12 a quienes listamos algunas técnicas de control de calidad teniendo en cuenta los conocimientos de la Administración General y les indagamos a los estudiantes si tienen en cuenta dichas técnicas a la hora de realizar el control de calidad en su respectivo proyecto de grado.

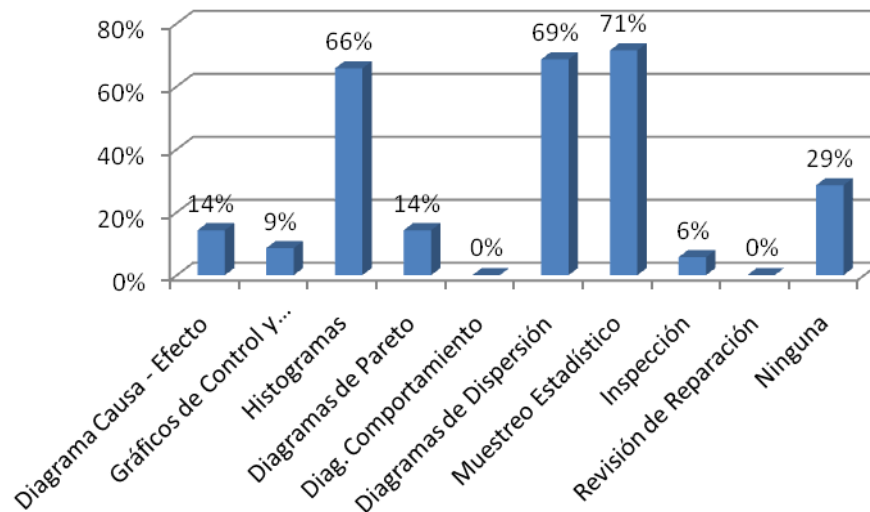


Figura 20. Implementación de herramientas de control de calidad a los proyectos de grado de los estudiantes de ingenierías eléctrica y electrónica.

Se encontró que la mayoría de los estudiantes que afirmaron conocer herramientas para el control de calidad piensan aplicar el muestreo estadístico, los diagramas de dispersión y los histogramas, herramientas aplicables al control de calidad y capacitados en ellas mediante el curso de estadística y probabilidad del plan de estudios de las carreras de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica. En menor grado se encuentran las herramientas contempladas en el marco de la administración general.

❖ **Pregunta No. 14.** Respecto de la gestión de recursos humanos del proyecto.

la figura 21 ilustra los resultados obtenidos de la pregunta No. 14 en donde se indaga a los estudiantes la aplicación de componentes de la gestión de recurso humano en su proyecto de grado, en esta se detectó que los estudiantes en su mayoría al menos tienen en mente implementar procesos de gestión del equipo del proyecto y de planificación de recurso humano. Se detecta un margen alto aunque no mayoritario de estudiantes que no tienen en mente o bien no implementaron alguna actividad de este componente en su proyecto de grado.

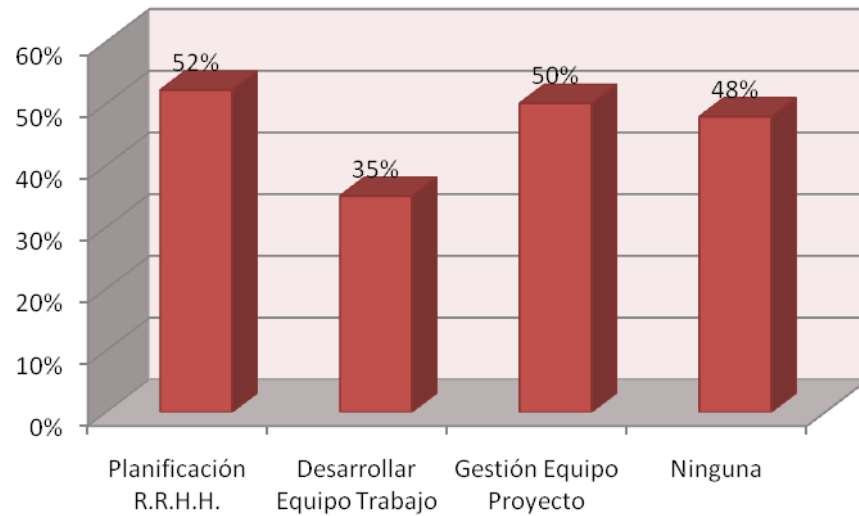


Figura 21. Implementación de actividades relacionadas con la Gestión de Recurso Humano del Proyecto.

❖ **Pregunta No. 15.** Respecto de la gestión de las comunicaciones del proyecto.

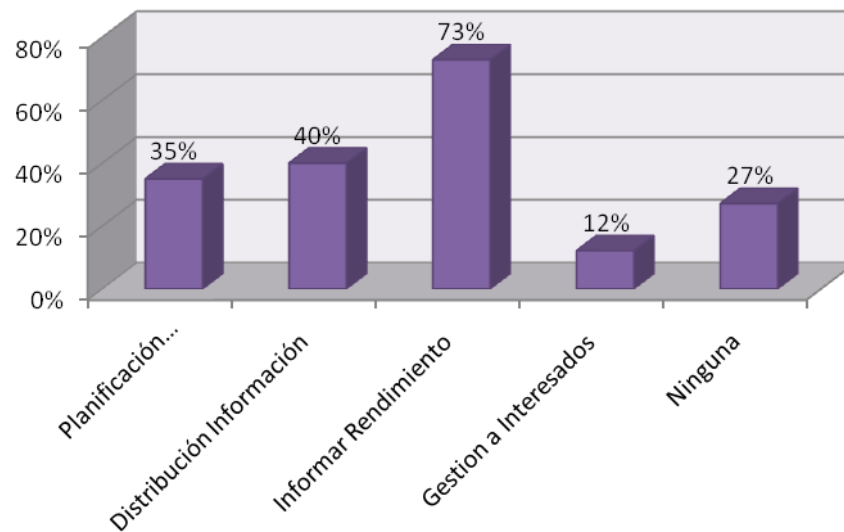


Figura 22. Implementación de actividades relacionadas con la Gestión de Comunicaciones del Proyecto.

En la figura 22 se ilustran los resultados de la pregunta No. 15 en donde se indagó a los estudiantes sobre la implementación de componentes de la gestión de las comunicaciones en su proyecto de grado. Se encuentra que la mayoría de los estudiantes

tienen en cuenta dentro de las actividades de la gestión de comunicaciones, la acción de informar el rendimiento. Tan sólo el 40% contempla la realización de acciones concernientes a la distribución de la información hacia los interesados del proyecto y apenas un 35% tiene conciencia sobre la necesidad de planificar las actividades alusivas a la gestión de comunicaciones, es decir, de divulgación de avances y resultados a las entidades interesadas en el proyecto. El 27% de los encuestados no contempla actividades relacionadas con este componente.

❖ **Pregunta No. 16.** Respecto de la gestión de riesgos del proyecto.

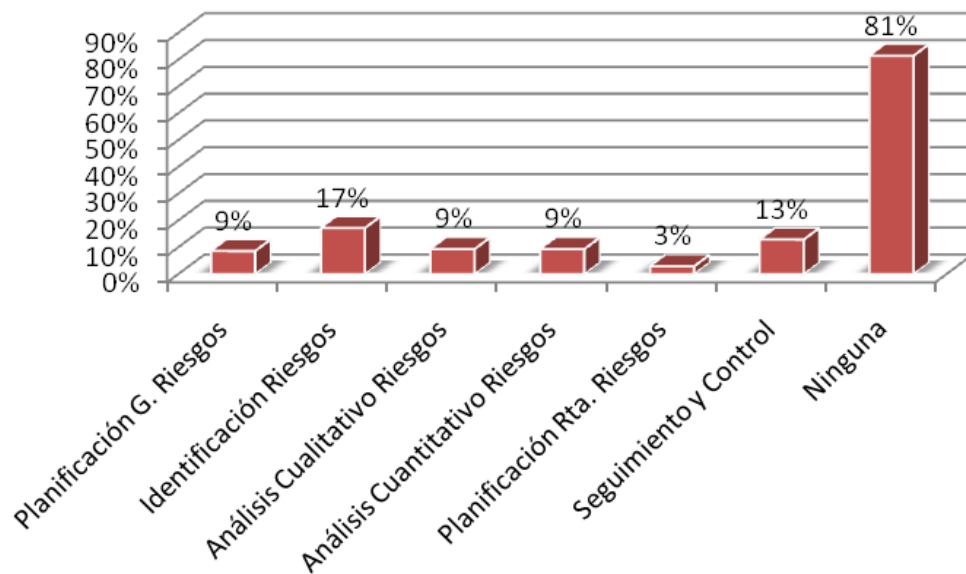


Figura 23. Implementación de actividades relacionadas con la gestión de riesgos del proyecto.

Como puede verse en la figura 23, se encontró que la mayoría de los encuestados, en una proporción del 81%, manifestó no tener en cuenta ninguna actividad relacionada con la gestión de riesgos. Tan sólo el 17% considera que identificar los riesgos del proyecto así como la realización de seguir y controlar los riesgos que se presentan en el proyecto, apenas el 9% considera que se debe planificar las actividades para detectar y seguir los riesgos del proyecto, en igual proporción el grupo de estudiantes que considera que los riesgos se deben analizar de modo cualitativo y cuantitativo; por último tan sólo el 3%

considera planificar las respuestas a los riesgos que se puedan presentar durante la ejecución del proyecto.

❖ **Pregunta No. 17.** Proporción de aplicación de componentes de Gestión de Proyectos en los proyectos de grado de estudiantes de ingenierías eléctrica y electrónica.

De manera general, se indagó a los encuestados de manera general que indicara un porcentaje aproximado de aplicación de los conceptos de la gestión de proyectos tratados en la encuesta en sus respectivos proyectos de grado. Para ello, se muestra a continuación la tabla 2, la cual revela las mediciones estadísticas efectuadas a dicha pregunta. Adicionalmente, se muestra de una parte la figura 24 que revela un histograma de frecuencias en donde se detalla un comportamiento semejante a la distribución normal; por otro lado, la figura 25 en donde se refleja la distribución de dichas frecuencias por componentes porcentuales o niveles de aplicación de los componentes de gestión de proyectos en los proyectos de grado que realizaron.

Tabla 2. Medidas de centro y dispersión efectuadas al conjunto de datos obtenidos por la aplicación de la pregunta No. 17 de la encuesta, discriminadas por intervalos de ubicación y por frecuencias registradas por nivel de aplicación.

Medición	Ubicación	Frecuencias por Nivel
Media	54%	14,00
Moda	60%	2,00
Mediana	60%	2,50
Varianza	2%	19,90
Desviación Estándar	13%	396,00

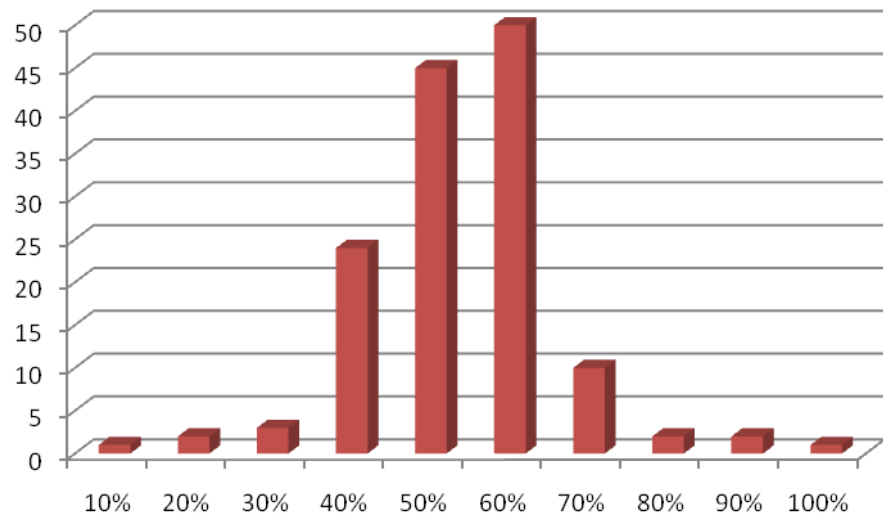


Figura 24. Histograma de frecuencias derivado de la tabla 2.

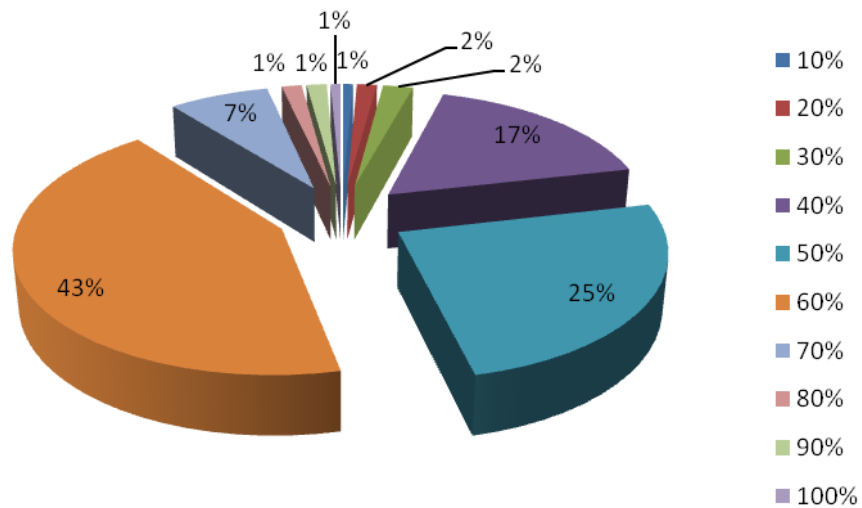


Figura 25. Distribución de frecuencias derivada de la tabla 2.

De lo anterior, se deduce que en promedio, los encuestados aplican el 54% de las prácticas contempladas en los componentes de la Gestión de Proyectos sin importar si lo realizan de manera intuitiva o consciente. El porcentaje que registra una mayor frecuencia es 60%. Revisando el histograma de frecuencias se encuentra una gran variabilidad en las frecuencias registradas, que se evidencia con una marcada falta de favoritismo de un nivel porcentual de aplicación de prácticas en los proyectos. Si bien se evidencia que el mayor nivel de aplicación registrado a modo individual es de 60%, la frecuencia obtenida por dicha calificación no es mayoritaria puesto que fue la calificación emitida por el 43%

de los encuestados, además de existir calificaciones vecinas con niveles considerables de selección. Ahora bien, agrupando las categorías con mayores frecuencias, las cuales son inferiores al 60% del nivel de aplicación, se refleja que el 90% de los encuestados aplicó a lo sumo el 60% de las prácticas de la gestión de proyectos en el desarrollo de sus respectivos trabajos de grado.

1.2.4. Análisis de resultados obtenidos.

Se deduce de lo tratado en la sección 1.2.3. que es evidente que los estudiantes de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones aplican algunas prácticas asociadas a la Gestión de Proyectos, si bien lo hacen de manera intuitiva, no se efectúa completamente o bien se dejan de contemplar varios componentes de gestión de proyectos, en especial lo relacionado con gestión de riesgos, por tanto, los estudiantes al momento de realizar su proyecto de grado en su mayoría no contemplan los riesgos que pueden presentarse en el proyecto y mucho menos formulan como mínimo planes de contingencia en caso de que los riesgos lleguen a suceder.

De otra parte, se encuentra que de los componentes ampliamente aceptados como son las gestiones de alcance y de tiempo, y, en menor medida la gestión de calidad, no se incorporan a la planificación y ejecución del proyecto la totalidad de actividades relacionadas a los componentes de la Gestión de Proyectos.

Dadas las circunstancias y teniendo en cuenta los resultados de la sección 1.2.3., se rechaza la hipótesis planteada, pues se encontró que los estudiantes realizan su proyecto en un tiempo igual o superior al planificado y no incorporan plenamente las prácticas de la Gestión de Proyectos dado que no hay un uso coordinado de sus prácticas a la hora de realizar el plan del proyecto (Proyecto de Grado I) ni de la Administración General puesto que las herramientas de administración utilizadas son implementadas de un modo intuitivo e inconsciente en lo que respecta a realizar una administración eficiente del proyecto en la etapa de ejecución (Proyecto de Grado II), además que evidencia la poca formación que posee la mayoría de estudiantes de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y

Telecomunicaciones respecto a la formación en Gestión Administrativa y en Gestión de Proyectos a la hora de realizar su Proyecto de Grado.

Debido a estas falencias, no es extraño que no haya una adecuada planificación de actividades, razón por la que los proyectos de grado no se realizan en tiempos inferiores a los planificados e incluso, un gran número de ellos requiere más tiempo del requerido debido a que no hubo una planificación previa de los riesgos ni hubo una definición acertada del tratamiento que se les iba a brindar a los mismos en caso que llegaran a suceder.

1.3. COMPARACIÓN DEL MODELO DEL CIDLIS VS. ACUERDO 004 DE 2.007 UIS REFERENTE A LA DETERMINACIÓN DE VIABILIDAD Y APLICABILIDAD DE LOS PROYECTOS DE GRADO.

En la sección 1.1., se trató el modelo actual que ofrece la Universidad Industrial de Santander respecto a la evaluación de los proyectos de grado. En cuando a la evaluación de aplicabilidad y viabilidad de los proyectos de grado se encontró que la Universidad Industrial de Santander no tiene definidos parámetros de evaluación ni de desarrollo enfocados a la determinación de la viabilidad y aplicabilidad de los trabajos de grado realizados por los estudiantes de pregrado. Por ende, los órganos de gobierno general de la Universidad no ofrecen guías respecto a estos parámetros importantes a la hora de gestionar, desarrollar y evaluar un proyecto.

De otra parte, el Centro de Innovación y Desarrollo para la Investigación en Ingeniería del Software – CIDLIS, posee un Sistema de Gestión de Calidad – SGC – en el cual se detallan una serie de procedimientos, formatos y criterios de evaluación a la hora de efectuar cualquier proceso originado desde dicho grupo de investigación, incluyendo la formulación y el desarrollo de proyectos de grado en la modalidad investigación. El CIDLIS ha realizado su SGC con miras a desarrollar procesos controlados y con diversas certificaciones de calidad tales como ISO 9001:2000, así como por el desarrollo de un

modelo de madurez que le ha valido al CIDLIS la certificación como organización de nivel 2 según el modelo de CMMI.

Todo proceso originado en el CIDLIS tiene como base la Red de Macroprocesos en la cual se establecen tres tipos de procesos: direccionales, principales y de apoyo, los cuales se explican brevemente a continuación. Para una mejor ilustración de la Red de Macroprocesos del CIDLIS, refiérase al anexo 3: Red de Macroprocesos CIDLIS.

1.3.1. Procesos direccionales.

Son aquellos procesos encaminados a la función de dirección del proyecto a realizar. Dichos procesos comprenden los relacionados a dirección, mejoramiento e innovación (dentro del cual se incluye el concepto de seguridad) y la gestión de activos.

❖ Dirección

Categoría de procesos encaminados a la emisión de directrices del proyecto en todas sus etapas, desde el inicio, teniendo en cuenta el ciclo de planificar, hacer, verificar y actuar, hasta la finalización del mismo y la emisión de productos o servicios entregables.

❖ Mejoramiento e innovación

Procesos en los cuales se promueve la realización de acciones de mejora continua o bien de innovación en los procedimientos, productos entregables y los recursos del proyecto, con miras a la obtención de resultados satisfactorios o que superen las expectativas y especificaciones inicialmente formuladas o derivadas del control de cambios, sobre los productos o servicios a generar.

- Seguridad**

Subconjunto de procesos dentro de los procesos de Mejoramiento e Innovación encaminados a la protección y seguridad de la información y de los activos del proyecto.

Se destacan entre éstos las regulaciones concernientes a la protección de la propiedad intelectual.

❖ **Gestión de activos**

Desde los procesos de dirección, la gestión de activos comprende todos los procesos encaminados al suministro y administración de activos de conocimiento y recursos direccionales del proyecto cuyo acceso está supeditado a procedimientos ejecutados o por ejecutar desde el director del proyecto tales como permisos, solicitudes a instituciones estratégicas, acceso y suministro de información, etc. La característica de la gestión de activos como proceso direccional se fundamenta en el suministro y administración de activos y recursos dependientes del director del proyecto tanto en propiedad como en gestión para su obtención.

1.3.2. Procesos primarios

Esta categoría de procesos se llevan a cabo en el marco del ciclo Planificar, Hacer, Verificar y Actuar –PHVA-. En estos procesos intervienen y participan todos los roles del proyecto. En todas las etapas y procedimientos de los procesos primarios interviene la gestión de adquisiciones y suministros, mediante la cual se garantiza la suplencia de aquella infraestructura e insumos desde los procesos direccionales y de apoyo que garantice la sostenibilidad y continuidad de las acciones a llevar a cabo en el proyecto. Los procesos primarios se detallan a continuación.

❖ **Inicio**

Los procesos de Inicio son aquellos cuya característica común se fundamenta en que son necesarios para que el proyecto se haga realidad y con los cuales no valdría la pena realizar las actividades enmarcadas en el ciclo PHVA. Dentro de estos se clasifican procedimientos como licitaciones, negociación y asignación de contrapartidas, requisitos y especificaciones requeridas, actas de inicio, etc., previa revisión de la viabilidad del proyecto a conformidad de contratantes y contratistas.

❖ **Planificación**

Una vez realizado y pactado el inicio del proyecto, se planean de las actividades del proyecto. En este proceso es vital la aplicación de los conceptos de la Gestión de Proyectos, pues dentro de éstos, se deben tener en cuenta los componentes de la misma, basados en el modelo PMI. El producto entregable de la planificación es el plan de gestión del proyecto que se convierte en la guía del mismo durante la ejecución, supervisión, control y cierre del mismo. Todas las acciones contempladas en la planificación del proyecto están encaminadas a la viabilidad y aplicabilidad del proyecto.

❖ **Seguimiento y control**

Posterior a la planificación de actividades del proyecto, se da inicio a las labores de seguimiento y control en el cual se toman medidas de los procesos de ejecución del proyecto y se verifica la realización de las actividades del proyecto, así como se implementan las acciones correctivas cuando el proyecto haya registrado el suceso de eventos críticos, de acuerdo a la definición del componente “Actuar” enmarcado en el ciclo PHVA. Dado que los procesos de seguimiento y control se soportan en la gestión de calidad de los proyectos, el CIDLIS posee un Sistema de Gestión de Calidad –SGC- en el cual existen los procedimientos y formatos generales para efectuar el seguimiento y control de los proyectos que se llevan a cabo. Este SGC desarrollado e implementado por el CIDLIS en todos sus procesos y proyectos conllevó a la certificación ISO 9001:2000 de este grupo de investigación, así como la certificación de nivel 2 en el modelo de CMMI.

Con las labores de seguimiento y control, se supervisa durante la ejecución del proyecto el cumplimiento de los parámetros que determinan la aplicabilidad y viabilidad del proyecto.

❖ **Desarrollo de Procesos**

Conjunto de procesos encaminados a la ejecución de los proyectos del CIDLIS de acuerdo a la planificación realizada y a los parámetros establecidos dentro de los procesos de inicio, encaminados a la producción de productos y servicios entregables del proyecto, con la implementación de estrategias de control de calidad. Dentro del desarrollo de procesos, surgen varios componentes relacionados con los componentes “Hacer” y “Verificar” del ciclo PHVA:

• **Producción y mantenimiento**

Comprende todos los procedimientos encaminados a la generación de los productos y servicios entregables del proyecto con base en la planificación previa del proyecto, susceptibles de cambios ocasionados por los procesos de supervisión y control durante la realización de éstos, así como los procesos de interventoría y auditoría posterior al desarrollo de los entregables. Todos estos procesos se enmarcan dentro del componente “Hacer” del ciclo PHVA y comprenden la ejecución de las actividades planificadas bajo chequeo permanente de los procedimientos de seguimiento y control estipulados en el SGC del CIDLIS.

• **Interventoría**

Los procesos de interventoría del proyecto están encaminados a la supervisión continua del desarrollo de los productos y servicios entregables, durante el desarrollo del proyecto, verificando el cumplimiento de las especificaciones pactadas con las entidades interesadas en el proyecto. Este ente corresponde al componente “Verificar” del ciclo PHVA durante la ejecución del proyecto, y es el proceso definidor de conformidad de entrega de los productos y servicios entregables al chequear el cumplimiento o satisfacción de los parámetros establecidos por las entidades interesadas.

- **Auditoría**

La auditoría está asociada a la validación de las actividades realizadas durante la ejecución del ciclo PHVA del proyecto por pares evaluadores externos y ajenos al proyecto con experiencia en el marco de realización del proyecto. Estos pares evaluadores se caracterizan por no tener vínculo con el proceso de producción. Esta validación se efectúa posterior a la entrega y conformidad por parte del interventor. Sin embargo, la auditoría del proyecto es un proceso de seguimiento constante y paralelo en los procesos que el CIDLIS realiza, con el fin de verificar y validar la viabilidad y aplicabilidad del proyecto.

- ❖ **Cierre**

Terminado el desarrollo del proyecto, se procede al cierre del mismo en el cual se incluyen los procedimientos encaminados a este fin. Este cierre comprende la entrega a las entidades interesadas en el proyecto y posterior emisión de conformidad y cumplimiento de las especificaciones y expectativas de los productos y servicios entregables por parte de ésta, acto seguido se procede a la finalización de contratos y compromisos adquiridos.

- ❖ **Gestión de requisitos, configuración y riesgos**

Este proceso es paralelo al ciclo PHVA en el cual se gestiona y coordina el cumplimiento de los parámetros y requisitos de los productos y servicios entregables establecidos por las entidades interesadas en el proyecto, en labor conjunta con los interventores y auditores quienes verifican y validan todos los procedimientos, productos y servicios generados. Dado que muchos proyectos en ejecución demandan la implementación de cambios tanto de requisitos, especificaciones y en los procedimientos de ejecución, especialmente a aquellos que afectan la viabilidad y aplicabilidad del proyecto, mediante este proceso se contemplan aquellas acciones encaminadas al control y aprobación de cambios de una parte, y a la implementación de contingencias o de cambios enmarcados en la gestión de riesgos del proyecto, con el visto bueno y de conformidad con las entidades interesadas.

1.3.3. Procesos de apoyo

Los procesos de apoyo son aquellos relacionados con el soporte del proyecto y están encaminados a la administración del proyecto. Mediante los procesos de apoyo, se gestionan los recursos necesarios garantizando previamente su disponibilidad para llevar a cabo el proyecto, tales como recursos humanos, infraestructura y adquisiciones, realizables teniendo en cuenta una identificación preliminar de necesidades así como por la implementación de cambios derivada de los procesos enmarcados en la gestión de requisitos, configuración y riesgos, o en la implementación de acciones correctivas. Éstos procesos también deben garantizar la disponibilidad de los recursos requeridos por el proyecto en los instantes o etapas donde los procesos de apoyo son requeridos, conforme con la planificación del proyecto y garantizando la continuidad de las actividades del proyecto.

❖ Gestión de recurso humano

Proceso enmarcado dentro de la Gestión de Proyectos encaminado al suministro del personal requerido para la ejecución del proyecto. Dentro de los procedimientos comprendidos en el marco de la gestión del recurso humano se destacan la vinculación, contratación, firma de acuerdos, evaluaciones de desempeño, cierre de contratos y emisión de conformidad de compromisos adquiridos. También se indica el organigrama del proyecto y la definición de roles, con miras a garantizar la viabilidad y aplicabilidad del proyecto o proceso en ejecución.

❖ Gestión de infraestructura

Procedimientos encaminados a garantizar la disponibilidad permanente o en aquellas fases de ejecución que lo requieran de la infraestructura necesaria durante el desarrollo del proyecto. Dentro de este componente figuran procedimientos como la realización de contratos de arrendamiento de bienes muebles e inmuebles, solicitudes de disponibilidad de planta física, ejecución de obras civiles, entre otros.

❖ **Gestión de adquisiciones**

Comprenden las acciones que garanticen el suministro de maquinaria e insumos necesarios en el desarrollo del proyecto, tales como compras de materiales consumibles entre los que figuran la papelería, comestibles, utensilios, reactivos, servicios públicos, etc.; y garantizar la disponibilidad de recursos no consumibles y reutilizables en proyectos posteriores como libros, maquinaria, equipo de cómputo, equipo audiovisual, muebles, etc.

1.3.4. Apoyo a la gestión de conocimiento y calidad para la mejora continua organizacional.

Este componente enmarca aquellos procesos encaminados al fortalecimiento de la madurez institucional y de sus participantes, derivados de la experiencia y conocimientos adquiridos producto de la realización del proyecto, para ser tenidos en cuenta en proyectos posteriores.

1.4. ANÁLISIS DEL MODELO DE EVALUACIÓN DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER RESPECTO A LOS MODELOS DE OTRAS UNIVERSIDADES A NIVEL MUNDIAL.

Verificando el estado del arte en lo que respecta a modelos de evaluación de proyectos de grado concernientes a la viabilidad y aplicabilidad de los mismos, se seleccionó una muestra compuesta por varias universidades colombianas, argentinas, norteamericanas y europeas en las cuales se chequeó la existencia de modelos de evaluación de proyectos de grado que tuvieran en cuenta la aplicabilidad y viabilidad de los mismos.

1.4.1. Consideraciones y análisis

- Las Instituciones seleccionadas ofrecen programas académicos que corresponden al área de ingeniería.
- Revisión de criterios de evaluación referentes al desarrollo de Proyectos de Grado.
- El orden de Universidades a verificar se realizará de la siguiente manera:
 - I. Universidades colombianas.
 - Universidad Industrial de Santander.
 - Universidades del Área Metropolitana de Bucaramanga.
 - Universidades en el resto del país.
 - II. Universidades latinoamericanas.
 - III. Universidades estadounidenses.
 - IV. Universidades europeas.

Para efectos de selección de las Universidades diferentes a la UIS, se tendrá en cuenta que sean reconocidas en la categoría seleccionada.

- El análisis se efectúa teniendo en cuenta la recopilación previa de información disponible en los sitios web de estas universidades.

El análisis preliminar de algunas universidades seleccionadas se puede detallar en el anexo 4: análisis del reglamento de universidades nacionales e internacionales referentes al desarrollo y evaluación de proyectos de grado.

La tabla 3 muestra los criterios que fueron tenidos en cuenta a la hora de verificar en la documentación disponible de las universidades seleccionadas. Dado que en este trabajo se pretende diseñar un modelo para determinar la aplicabilidad y viabilidad, se tuvo en cuenta si las universidades analizadas poseen procedimientos para la evaluación de aplicabilidad y viabilidad de los trabajos de grado emitidos por sus estudiantes.

En el anexo 5 denominado “Lista de chequeo aplicada a universidades analizadas”, se puede verificar la comprobación de los criterios de análisis aplicados a todas las universidades seleccionadas.

Tabla 3. Criterios verificados en la documentación disponible en los sitios web de las universidades seleccionadas.

Orden	Criterio
1	Tiempo requerido (semestres): se refiere al tiempo en que se especifica en los planes de estudio o en la reglamentación disponible la duración de las actividades del trabajo de grado.
2	Ingeniería Eléctrica: la universidad brinda un programa de formación en ingeniería eléctrica
3	Ingeniería Electrónica: La universidad brinda un programa de formación en ingeniería electrónica.
4	Ingeniería de Telecomunicaciones: La universidad brinda un programa de formación en ingeniería de telecomunicaciones.
5	Otra Ingeniería: La Universidad ofrece otros programas de formación en ingeniería.
6	Normatividad Disponible: La universidad tiene en su sitio web la documentación sobre la normatividad que rige las disposiciones acerca de proyectos de grado.
7	Método de Evaluación Documentado: La Universidad de alguna forma trata la evaluación de los trabajos de grado en la documentación disponible.
8	Existe Análisis de Viabilidad: El análisis de viabilidad en la evaluación de los trabajos de grado en la universidad es tomada en cuenta.
9	Existe Análisis de Aplicabilidad: El análisis de aplicabilidad en la evaluación de los trabajos de grado en la universidad es tomada en cuenta.

1.4.2. Resultados del análisis.

En algunos casos, el desarrollo del proyecto de grado se está iniciando desde mitad de carrera, asegurando, de una parte, que el estudiante dedique no sólo una mayor intensidad horaria para el desarrollo del mismo sino también que realice un trabajo con un acompañamiento directo de su tutor, así como un enfoque de administración de proyectos sin abandonar el carácter investigativo de su trabajo.

A pesar de las observaciones realizadas no sólo a las universidades anteriormente relacionadas, sino también a muchas otras en las cuales no se encontró información

relevante a la manera en como se evalúan los proyectos de grado -sus páginas de internet sólo entregan información sobre los calendarios para grados y las dependencias en donde deben procesar los trámites para grado, si bien existen muchas universidades que no brindan dicha información- , puede notarse que ninguna universidad analizada posee un modelo que evalúe la aplicabilidad y viabilidad del proyecto formulado por el estudiante. De lo anterior, se evidencia la inexistencia de universidades en el mundo que hasta el momento tengan un modelo que midan cuán aplicable y viable es el proyecto sino que se limitan únicamente a la verificación del trabajo académico, midiendo variables como constancia en el trabajo, desarrollo de nuevo conocimiento, forma de presentación, entre otras; las cuales sólo terminan midiendo el desempeño como estudiante y no se evalúa realmente el alcance del trabajo realizado. Mucho menos se perfila la intención de tomar dichas ideas de proyecto para enfocarlas en un marco de gestión.

Puede verse entonces que las universidades realmente no utilizan el requisito de proyecto de grado para impulsar a sus futuros egresados para generar empresa ni ideas de negocio que les permitan desarrollar un ánimo emprendedor, sino que se queda en el desarrollo de un proyecto con más fines académicos que van en provecho de confirmar la formación académica brindada por la institución y no para desarrollar en el futuro profesional habilidades como empresario y gestor. Nótese que en muchas universidades se apremia más el carácter investigador, que no es malo sino todo lo contrario porque tiene como propósito el desarrollo de ideas innovadoras para que se amplíe la base de conocimiento y especialmente a solventar necesidades sentidas en el presente o desde hace algún tiempo, pero no están enfocadas a la gestión, ni siquiera políticas para el desarrollo económico ni plantean seriamente lineamientos que señalen la construcción de ideas auto sostenibles para que se realicen posteriormente y con beneficio para quien las desarrolle, sino que la idea se queda en un postulado de conocimiento adicional al existente y es incierta su aplicabilidad y viabilidad, tanto financiera como social, y en muchos casos legal y ambiental.

Igualmente, no hay políticas generales de las universidades que no sean para determinar procedimientos base para la obtención del grado desde un punto de vista legal y de manera muy general, así que son las escuelas, departamentos o facultades quienes realizan los lineamientos específicos para fijar los parámetros de desarrollo de los

proyectos de grado, soportados en los avances supervisados por el director del trabajo de grado. Sin embargo, a pesar de este manejo más focalizado en las escuelas, departamentos y facultades de las universidades, no hay evidencia de que éstas tengan un modelo para determinar la aplicabilidad y viabilidad, ni evidencian tener en cuenta modelos de gestión de proyectos.

2. ESTRUCTURA CONCEPTUAL

Los proyectos son universales: están por todas partes, y todos los realizamos. ¿Si ellos son tan comunes, cual es la complicación al desarrollarlos? Simple, las formas de manejar los proyectos han sido y se están siendo desarrolladas continuamente. Pueden ser de magnitud variable. Remodelar la casa es un proyecto, una campaña de recaudación de fondos de la comunidad es un proyecto, una campaña política es un proyecto. Un trabajo de grado es un proyecto. Desarrollar un nuevo producto, desarrollar el programa de publicidad para promover ese producto, y entrenar el personal de ventas y de apoyo para mover y reparar el producto eficazmente son todos proyectos²⁰.

Proyecto es toda la gama de actividades que van desde la intención o pensamiento de ejecutar algo hasta el término de su ejecución y su puesta en marcha normal. Una de las características de los proyectos es que son temporales y únicos; por lo tanto, puede ser definido en término de sus características distintivas: “un proyecto es una tarea temporal desarrollada para crear un producto o servicio único”. Por temporal se hace referencia a que cada proyecto tiene un comienzo definitivo y una terminación definitiva. Único quiere decir que el producto o servicio es diferente de alguna manera distintiva de todos los proyectos o servicios similares²¹.

²⁰ The AMA Handbook of Project Management. Pág. 15.

²¹ PMBOOK. Pág. 18

2.1. ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

La administración de proyectos es la aplicación de conocimiento, habilidades, herramientas y técnicas a actividades de proyectos de manera que cumplan o excedan las necesidades y expectativas de las partes interesadas en el proyecto. Tiene como finalidad principal la planificación, seguimiento y control de las actividades, recursos humanos y materiales que intervienen en la gestión o en el desarrollo de un proyecto. Como principal característica se encuentra que este control permite conocer en todo momento qué problemas se producen y de igual manera permite resolverlos de manera eficaz e inmediata, además de permitirle al director de proyecto gestionar de manera eficaz el desarrollo del mismo hasta su conclusión. La administración de proyectos (Project Management - PM) tiene la cualidad de ser adaptable a cualquier campo de aplicación, influencia de la organización, grado de complejidad y disponibilidad de los recursos existentes²².

2.1.1. Ciclo de vida del proyecto

Para facilitar el desarrollo de los proyectos, el equipo de trabajo puede dividir los proyectos en fases, con los enlaces correspondientes a las actividades que deben ser desarrolladas. El conjunto de estas fases se conoce como ciclo de vida del proyecto²³.

2.1.2. Características del ciclo de vida del proyecto

El ciclo de vida del proyecto define las fases que conectan el inicio de un proyecto con su fin. La transición de una fase a otra dentro del ciclo de vida de un proyecto generalmente implica y alguna forma de transferencia técnica. Generalmente, los productos entregables de una fase se revisan para verificar si están completos, si son exactos y se aprueban antes de iniciar el trabajo de la siguiente fase. No obstante, no es inusual que una fase

²² *Ibíd.* Pág. 20

²³ PMBOOK. Pág. 22

comience antes de la aprobación de los productos entregables de la fase previa. No existe una única manera, que sea la mejor, para definir el ciclo de vida ideal de un proyecto²⁴.

Los ciclos de vida del proyecto generalmente responden a las siguientes preguntas:

- ¿Qué trabajo técnico se debe realizar en cada fase? (por ejemplo, ¿en qué fase se debe realizar el trabajo del ingeniero?)
- ¿Cuándo se deben generar los productos entregables en cada fase? y ¿cómo se revisa, verifica y valida cada producto entregable?
- ¿Quién está involucrado en cada fase? (por ejemplo, la ingeniería concurrente requiere que quienes implementen estén involucrados en las fases de requisitos y de diseño).
- ¿Cómo controlar y aprobar cada fase?

Las descripciones del ciclo de vida del proyecto pueden ser muy generales o muy detalladas. Las descripciones muy detalladas de los ciclos de vida pueden incluir formularios, diagramas y listas de control para proporcionar estructura y control²⁵.

2.1.3. Características de las fases del proyecto

La conclusión y la aprobación de uno o más productos entregables caracterizan a una fase del proyecto. Un producto entregable es un producto de trabajo que se puede medir y verificar, tal como una especificación, un informe del estudio de viabilidad, un documento de diseño detallado o un prototipo de trabajo. Los productos entregables, y en consecuencia las fases, son parte de un proceso generalmente secuencial, diseñado para asegurar el adecuado control del proyecto y para obtener el producto o servicio deseado, que es el objetivo del proyecto²⁶.

²⁴ *Ibíd.*

²⁵ *Ibíd.*

²⁶ *Ibíd.*

En la figura 26 se muestra un esquema de la secuencia de fases típicas del ciclo de vida de un proyecto²⁷:

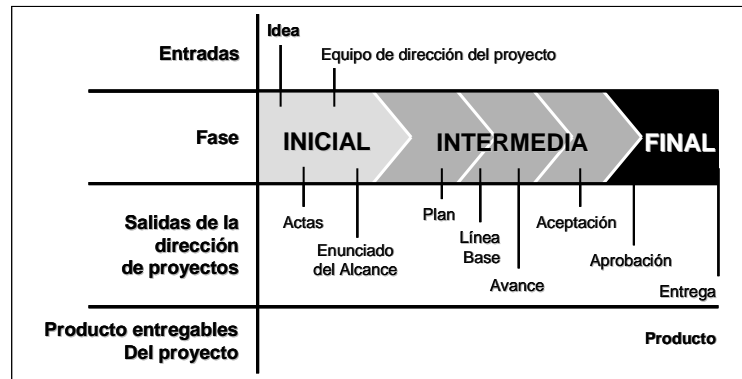


Figura 26. Secuencia de fases típica en un ciclo de vida un proyecto. Fuente PMBOOK. Modificado por los autores.

En cualquier proyecto específico, las fases se pueden subdividir en subfases en función del tamaño, complejidad, nivel de riesgo y restricciones del flujo de caja²⁸. Cada subfase implica uno o más productos entregables específicos para el seguimiento y control. La mayoría de los productos entregables de cada subfase está relacionados con el producto entregable de la fase principal, y las fases normalmente toman el nombre de estos productos entregables de las subfases: requisitos, diseño, construcción, prueba, puesta en marcha, rotación, entre otros, según corresponda. Por lo general, una fase del proyecto concluye con una revisión del trabajo logrado y los productos entregables, a fin de determinar la aceptación, tanto si aún se requiere trabajo adicional como si se debe considerar cerrada la fase²⁹.

²⁷ *Ibíd.* Pág. 23

²⁸ En finanzas y en economía se entiende por flujo de caja o flujo de fondos los flujos de entradas y salidas de caja o efectivo, en un período dado.

²⁹ *Ibíd.*

2.1.4. Relaciones del ciclo de vida del proyecto y del ciclo de vida del producto

Dado que el ciclo de vida del proyecto está compuesto por fases las cuales finalizan con la entrega de un producto, es importante establecer una relación entre proyecto y producto. La Figura 27 ilustra el ciclo de vida del producto que comienza con el plan de negocio, pasa por la idea, hasta llegar al producto, las operaciones y la retirada del producto. El ciclo de vida del proyecto atraviesa una serie de fases para crear el producto. En algunas áreas de aplicación, tales como el desarrollo de nuevos productos o el desarrollo de software, los grupos de trabajo consideran el ciclo de vida del proyecto como parte del ciclo de vida del producto³⁰.

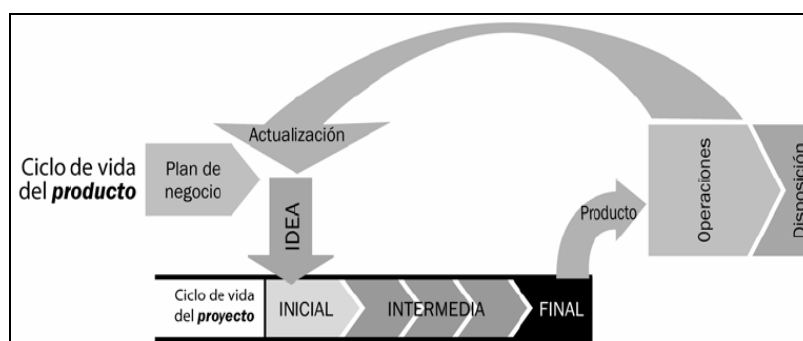


Figura 27. Relación entre el ciclo de vida del producto y el ciclo de vida del proyecto. Fuente PMBOOK. Modificado por los Autores.

2.2. INTERESADOS EN EL PROYECTO

Los interesados en el proyecto son personas y organizaciones que participan de forma activa en el proyecto o cuyos intereses pueden verse afectados como resultado de la ejecución o de su conclusión. También pueden influir sobre los objetivos y resultados del proyecto. Es importante entonces, identificar a los interesados, determinar sus requisitos y expectativas y, en la medida de lo posible, gestionar su influencia en relación con los requisitos para asegurar un proyecto exitoso.

³⁰ *Ibíd.* Pág. 24.

Entre los interesados claves de los proyectos se encuentran³¹:

- Director del proyecto: La persona responsable de dirigir el proyecto.
- Cliente/usuario: La persona u organización que utilizará el producto del proyecto. Por ejemplo, dentro de los clientes para un nuevo producto farmacéutico pueden encontrarse los médicos que lo recetan, los pacientes que lo toman y las entidades aseguradoras que pagan por él. En algunas áreas de aplicación, cliente y usuario son sinónimos, mientras que en otras, cliente se refiere a la entidad que adquiere el producto del proyecto, mientras que los usuarios son aquellos que utilizan directamente el producto del proyecto.
- Miembros del equipo del proyecto: El grupo que realiza el trabajo del proyecto.
- Patrocinador: La persona o el grupo que proporciona los recursos financieros, monetarios o en especie, para el proyecto.
- Influyentes: Personas o grupos que no están directamente relacionados con la adquisición o el uso del producto del proyecto, pero que, debido a su posición en la organización del cliente u organización ejecutante, pueden ejercer una influencia positiva o negativa sobre el curso del proyecto.

La nomenclatura y el agrupamiento de los interesados es principalmente una ayuda para identificar qué personas y organizaciones se ven a sí mismos como interesados. Los roles y las responsabilidades de los interesados pueden solaparse, como cuando una empresa de ingeniería proporciona financiación para una planta que ella misma está diseñando³².

³¹ *Ibíd.* Pág. 26

³² Preparing for the Project Management Professional (PMP) Certification Exam. Pág. 35.

2.3. ÁREAS DE CONOCIMIENTO

Las áreas de conocimiento requeridas para el desarrollo de proyectos y en nuestro caso particular Trabajos de Grado, organizan los procesos de dirección de proyectos en nueve áreas de conocimiento presentadas a continuación³³:



Figura 28. Áreas de conocimiento.

Nota de los autores: Dado que un trabajo de grado es una forma de proyecto, no se usará más la palabra proyecto, se reemplazara por trabajo de grado y los conceptos mencionados a continuación, será referidos hacia esta temática.

2.3.1. Gestión de la integración del trabajo de grado

El área de conocimiento de gestión de la integración del trabajo de grado consiste en los procesos y actividades que buscan identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los distintos procesos y actividades necesarias para el desarrollo del trabajo de grado. La integración incluye características de unificación, consolidación, articulación y acciones de integración que son cruciales para concluir el trabajo de grado y, al mismo tiempo, cumplir satisfactoriamente con los requisitos de los interesados. La integración, en el contexto de la dirección de proyectos, consiste en tomar decisiones sobre dónde concentrar recursos y esfuerzos cada día, anticipando las posibles polémicas de modo que puedan ser

³³ PMBOOK. Pág. 29

tratadas antes de que se conviertan en polémicas críticas y coordinando el trabajo para el bien del proyecto en general. El esfuerzo de integración también implica hacer concesiones entre objetivos y alternativas en competencia³⁴.

En gestión de proyectos, la naturaleza integradora de los proyectos puede comprenderse mejor si se piensa las actividades que se llevan a cabo al realizar un proyecto. Por ejemplo, algunas de las actividades realizadas por el equipo de trabajo podrían ser:

- Analizar y comprender el alcance. Incluye los requisitos del proyecto y del producto, los criterios, restricciones y demás influencias relacionadas con el proyecto, y la forma en que cada uno gestionará el desarrollo del proyecto.
- Documentar los criterios específicos de los requisitos del producto y del trabajo de grado.
- Comprender cómo tomar la información identificada y transformarla en el plan de proyecto.
- Preparar la estructura de división del trabajo.
- Adoptar las acciones apropiadas para que el proyecto se lleve a cabo de acuerdo con el plan de proyecto, el conjunto planificado de procesos integrados y el alcance planificado.
- Medir y supervisar el estado, los procesos y los productos del proyecto.
- Analizar los riesgos del proyecto.

La integración se relaciona principalmente con la integración efectiva de los procesos, que son necesarios para lograr los objetivos del trabajo de grado dentro de los procedimientos definidos por los estudiantes que realizarán el trabajo de grado en conjunto con el

³⁴ *Ibíd.* Pág. 77

director, codirectores e interesados. La figura 29 proporciona un diagrama de flujo de esos procesos y de sus entradas, salidas y procesos de otras áreas de conocimiento relacionadas. Los procesos de integración de dirección de proyectos incluyen³⁵:

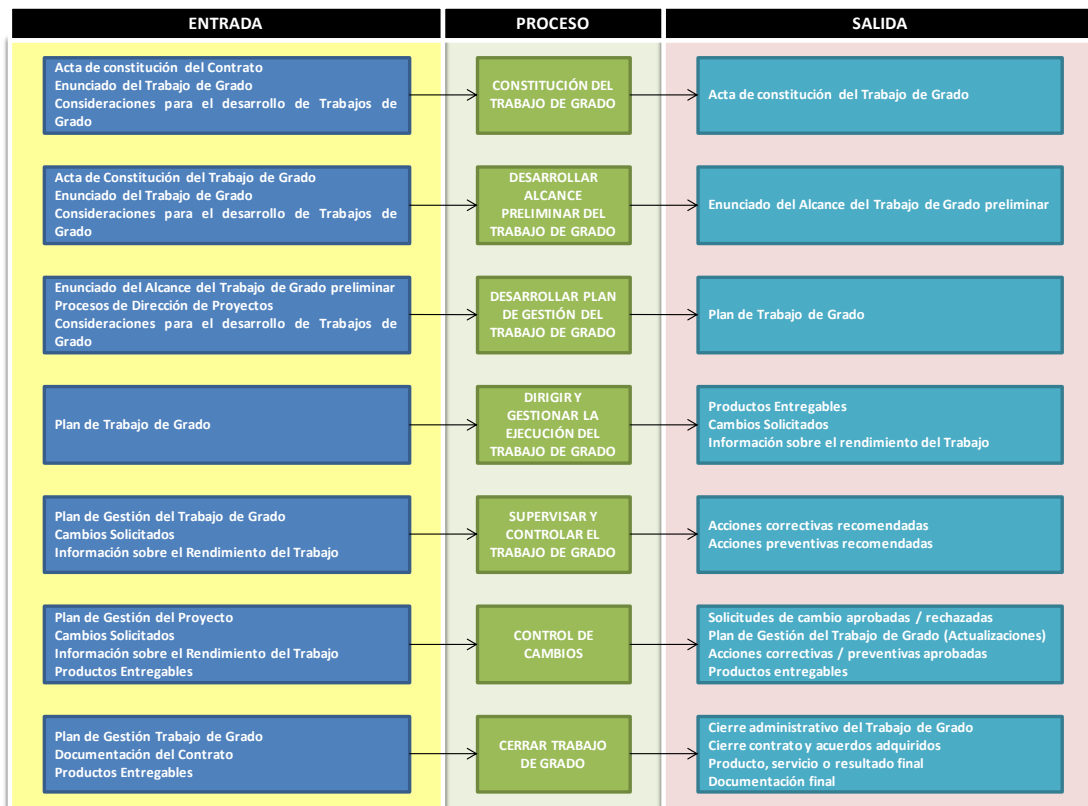


Figura 29. Descripción general de la gestión de la integración del trabajo de grado

- Constitución del trabajo de grado: desarrollar el acta de constitución del proyecto que autoriza formalmente el trabajo de grado o una fase del mismo.
- Desarrollar alcance preliminar del trabajo de grado: desarrollar el enunciado del alcance preliminar del trabajo de grado que ofrece una descripción del alcance de alto nivel.

³⁵ *Ibíd.* Pág 79

- Desarrollar el plan de gestión del trabajo de grado: documentar las acciones necesarias para definir, preparar, integrar y coordinar todos los planes subsidiarios en un plan de gestión del trabajo de grado.
- Dirigir y gestionar la ejecución del trabajo de grado: ejecutar el trabajo definido en el plan de gestión del trabajo de grado para lograr los requisitos definidos en el enunciado del alcance del proyecto.
- Supervisión y controlar el trabajo de grado: supervisar y controlar los procesos requeridos para iniciar, planificar, ejecutar y cerrar un trabajo de grado, a fin de cumplir con los objetivos de rendimiento definidos en el plan de gestión del trabajo de grado.
- Control de cambios: revisar todas las solicitudes de cambio, aprobar cambios, y controlar los cambios en los productos entregables.
- Cierre del trabajo de grado: finalizar todas las actividades en todos los grupos de procesos del trabajo de grado para cerrar formalmente el proyecto o una fase del mismo.

❖ **Constitución del trabajo de grado**

La constitución del trabajo de grado confiere al director de trabajo de grado la autoridad para aplicar sus conocimientos y habilidades a las actividades del trabajo de grado. El director de trabajo de grado debe ser identificado lo antes posible y siempre debe ser nombrado antes del inicio de la planificación de actividades del trabajo de grado. Al constituirse el trabajo de grado, el producto final de este acto es el acta de constitución del trabajo de grado, el cual debe comprender entre otros, la siguiente información:

- Requisitos que satisfacen las necesidades, deseos y expectativas los interesados en el trabajo de grado.

- Descripción del trabajo de grado o requisitos del producto que el trabajo de grado debe abordar.
- Finalidad o justificación del proyecto.
- Director de trabajo de grado.
- Resumen del cronograma de actividades.
- Consideraciones para el desarrollo de trabajos de grado.
- Presupuesto resumido.

Durante las fases posteriores del trabajo de grado, el proceso de desarrollar el acta de constitución del proyecto valida las decisiones tomadas durante la constitución original del trabajo de grado. Si es necesario, también autoriza la siguiente fase del trabajo de grado y actualiza el acta de constitución³⁶.

❖ **Desarrollar alcance preliminar del trabajo de grado**

El enunciado del alcance es la definición del trabajo de grado, los objetivos que deben cumplirse. el proceso desarrollar el enunciado del alcance preliminar del trabajo de grado aborda y documenta las características y los límites del proyecto, y sus productos y servicios relacionados, así como los métodos de aceptación y el control del alcance. el enunciado del alcance del trabajo de grado incluye³⁷:

- Objetivos del trabajo de grado y de los productos, bienes o servicios frutos del trabajo de grado.
- Requisitos y características del producto, bien o servicio obtenido.
- Alcance del trabajo de grado.
- Requisitos y productos entregables del trabajo de grado.

³⁶ *Ibíd.* Pág 86.

³⁷ *Ibíd.*

- Restricciones del trabajo de grado.
- Organización inicial del trabajo de grado.
- Riesgos iniciales definidos.
- Cronograma inicial.
- Estimación de costos de orden de magnitud.
- Requisitos de la configuración del trabajo de grado.
- Requisitos para la aprobación del trabajo de grado.

El enunciado del preliminar del alcance se desarrolla a partir de la información suministrada por el director, codirectores o por los interesados en el trabajo de grado. el director de trabajo de grado será el encargado de refinar el enunciado del alcance preliminar del trabajo de grado, para así obtener el enunciado del alcance. el contenido del enunciado del alcance variará de acuerdo con el área de aplicación y la complejidad del trabajo de grado, y puede incluir algunos o todos los componentes identificados con anterioridad.

❖ **Enunciado del alcance preliminar del trabajo de grado.**

Es producido luego de desarrollar el alcance preliminar del trabajo de grado. Actualmente, en la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, se entrega un documento inicial el cual se conoce como formulario para inscripción del tema de proyecto de grado, el cual se entrega en un plazo máximo de tres semanas calendario en el semestre donde se encuentra matriculado proyecto de grado I. En dicho documento, se ha consignado un alcance del trabajo de grado, mas sin embargo, esta característica se conservará pero declarando la formalidad de formulación del alcance preliminar del trabajo de grado.

❖ **Desarrollar el Plan de Trabajo de Grado**

El proceso desarrollar el plan de trabajo de grado incluye las acciones necesarias para definir, integrar y coordinar todos los planes subsidiarios en un plan de trabajo de grado. El contenido del plan de trabajo de grado variará de acuerdo con el área de aplicación y complejidad. Este proceso da como resultado un plan de trabajo de grado que se

actualiza y revisa a través del proceso control de cambios que se verá más adelante. El plan de trabajo de grado define cómo se ejecuta, se supervisa y controla, y se cierra el proyecto. El plan de trabajo de grado puede ser resumido o detallado, y puede constar de uno o más planes subsidiarios y otros componentes. Cada uno de los planes subsidiarios y componentes se detallan en la medida en que lo exijan los trabajos de grado. Estos planes subsidiarios pueden incluir, entre otros³⁸:

- Plan de gestión del alcance del trabajo de grado (sección 2.3.2).
- Plan de gestión del tiempo (2.3.3).
- Plan de gestión del cronograma (sección 2.3.4).
- Plan de gestión de costos (sección 2.3.6)
- Plan de gestión de calidad (sección 2.3.7).
- Plan de gestión de personal (sección 2.3.8).
- Plan de gestión de las comunicaciones (sección 2.3.9).
- Plan de gestión de riesgos (sección 2.3.10).
- Plan de gestión de las adquisiciones (sección 2.3.11).

❖ **Dirigir y Gestionar la Ejecución del Trabajo de Grado**

Dirigir y gestionar la ejecución del trabajo de grado requiere que el director, los codirectores y los desarrolladores realicen varias acciones para ejecutar el plan de trabajo de grado para cumplir con las actividades y metas definidas en el enunciado del alcance del trabajo de grado. Algunas de esas acciones son³⁹:

- Realizar actividades para cumplir con los objetivos del trabajo de grado.
- Realizar esfuerzos e invertir fondos para cumplir con los objetivos del trabajo de grado.
- Obtener, gestionar y utilizar recursos, incluidos los materiales, herramientas, equipos e instalaciones.
- Implementar los métodos y normas planificados.

³⁸ *Ibíd.* Pág. 88.

³⁹ *Ibíd.* Pág. 91.

- Crear, controlar, verificar y validar los productos entregables del trabajo de grado.
- Gestionar los riesgos e implementar actividades de respuesta al riesgo.
- Adaptar los cambios al alcance, plan y entorno del trabajo de grado.
- Establecer y gestionar los canales de comunicación del trabajo de grado, tanto externos como internos al equipo de trabajo.

El director y los codirectores, junto con los desarrolladores del trabajo de grado, dirigen el rendimiento de las actividades trabajo de grado. Los productos entregables se producen como salidas de los procesos realizados para cumplir con el trabajo del proyecto planificado y programado en el plan de gestión del trabajo de grado.

❖ **Supervisar y Controlar el Trabajo del Proyecto**

Supervisar y controlar el trabajo del proyecto implica supervisar los procesos del trabajo de grado relacionados con el inicio, la planificación, la ejecución y el cierre. Se adoptan acciones correctivas o preventivas para controlar el rendimiento del trabajo de grado. La supervisión se realiza a lo largo de todo el proyecto. La supervisión incluye la recogida, medición y difusión de información sobre el rendimiento, y la evaluación de las mediciones y tendencias para llevar a efecto las mejoras del proceso. Esta supervisión continua le proporciona a los desarrolladores e interesados una idea acerca del estado del trabajo de grado e identifica cualquier área que necesite más atención.

❖ **Control de Cambios**

El control de cambios se realiza desde el inicio hasta finalizar el trabajo de grado y es necesario dado que raramente se desarrollan exactamente acorde con el plan trabajo de grado. El plan de trabajo de grado, el alcance y los productos entregables deben mantenerse actualizados mediante la gestión de los cambios, de tal manera que los cambios aprobados se incorporen a una línea base revisada. El control de cambios incluye las siguientes actividades, con diferentes niveles de detalle, basándose en el grado de ejecución del trabajo de grado:

- Identificar que debe producirse un cambio o que ya se ha producido.

- Revisar y aprobar los cambios solicitados.
- Influir sobre los factores que podrían sortear el control integrado de cambios, de forma que solamente se implementen los cambios aprobados.
- Gestionar los cambios aprobados cuando y a medida que se produzcan, mediante la regulación del flujo de cambios solicitados.
- Controlar y actualizar los requisitos del alcance, costo, presupuesto, cronograma y calidad basándose en los cambios aprobados, mediante la coordinación de cambios durante todo el trabajo de grado.
- Documentar el impacto total de los cambios solicitados y validar la reparación de defectos.
- Controlar la calidad del trabajo de grado según las normas, sobre la base de los informes de calidad.

La aplicación del sistema de gestión en todo el trabajo de grado, incluidos los procesos de control de cambios, cumple tres objetivos principales:

- Establecer un método evolutivo para identificar y solicitar de forma consistente cambios en las líneas base establecidas, y para evaluar el valor y la efectividad de esos cambios.
- Proporcionar oportunidades para validar y mejorar el trabajo de grado de forma continua, teniendo en cuenta el impacto de cada cambio.
- Proporcionar el mecanismo para que el equipo del trabajo de grado comunique de forma sistemática todos los cambios a los interesados.

❖ **Cerrar Trabajo de Grado**

Se refiere a realizar la parte del cierre del plan de trabajo de grado. En este proceso se finalizan todas las actividades completadas a lo largo de todos los procesos planteados o para cerrar formalmente una fase del trabajo de grado, y transferirlo cuando es completado. El proceso cerrar proyecto también establece los procedimientos para coordinar las actividades requeridas para verificar y documentar los productos entregables del trabajo de grado, coordinar e interactuar para formalizar la aceptación de estos productos entregables por parte de los calificadores e interesados.

2.3.2. Gestión del alcance del trabajo de grado

La gestión del alcance del trabajo de grado incluye los procesos necesarios para asegurarse que incluya todo el trabajo requerido para completar el trabajo de grado satisfactoriamente. Al hablarse de alcance, hace referencia a la definición y control de lo que está y no está incluido en el trabajo de grado. La figura 30 muestra un diagrama de flujo de esos procesos, incluidas otras áreas de conocimiento las cuales están relacionadas. El proceso gestión del trabajo de grado incluye los siguientes procesos:

- Planificación del alcance: crear un plan de gestión del alcance del trabajo de grado que refleje cómo se definirá, verificará y controlará el alcance del trabajo de grado, y cómo se creará y definirá la estructura de división del trabajo (EDT).
- Definición del alcance: desarrollar un enunciado del alcance detallado como base para futuras decisiones del trabajo de grado.
- Crear EDT: subdividir los principales productos entregables del trabajo de grado en componentes más pequeños y fáciles de manejar.
- Control del alcance: controlar los cambios en el alcance del trabajo de grado.

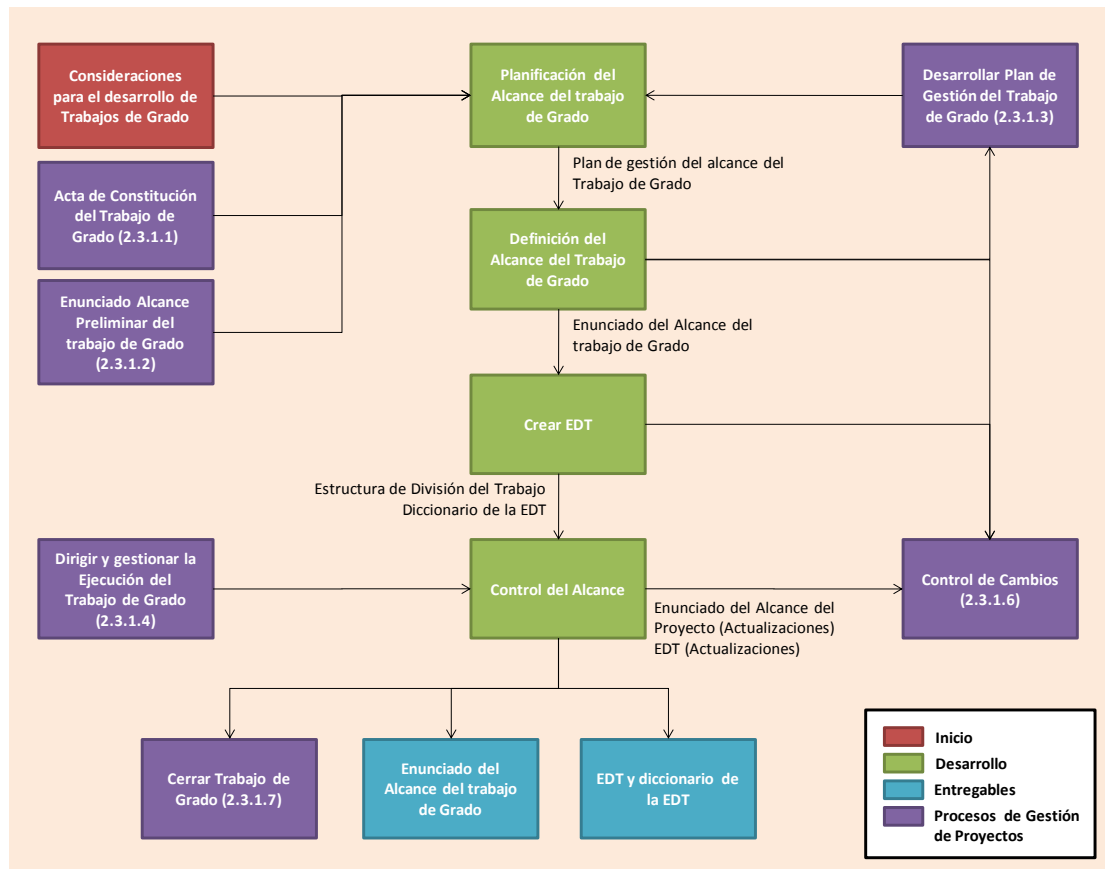


Figura 30. Diagrama de flujo de los procesos de gestión del alcance. Fuente: PMBOOK (Modificado por los Autores)

En esta etapa se definen dos diferentes tipos de alcance: el alcance del trabajo de grado y el alcance del producto. La conclusión del alcance del trabajo de grado se mide en comparación con el plan de gestión del trabajo de grado (mencionado anteriormente en la sección 2.3.1), el enunciado del alcance del trabajo de grado, y su EDT, pero la conclusión del alcance del producto se mide en comparación con los requisitos del producto.

❖ **Planificación del alcance del trabajo de grado**

La definición y la planificación del alcance del trabajo de grado influyen sobre el éxito general del proyecto. El plan de gestión del alcance del trabajo de grado es una

herramienta de planificación que describe cómo el equipo definirá el alcance, desarrollará su enunciado, definirá y desarrollará la estructura de división del trabajo, verificará y controlará el alcance del trabajo de grado. El desarrollo de la planificación del alcance del trabajo de grado y los detalles del alcance comienzan con el análisis de la información contenida en el acta de constitución del trabajo de grado, el enunciado del alcance preliminar del trabajo de grado y la última versión aprobada del plan de trabajo de grado (sección 2.3.1).

❖ **Plan de gestión del alcance del trabajo de grado**

El plan de gestión del alcance del trabajo de grado orienta a los desarrolladores como definir, documentar, verificar, gestionar y controlar el alcance del trabajo de grado. Entre los componentes del plan de gestión del trabajo de grado se encuentran⁴⁰:

- Un proceso para preparar un enunciado del alcance basado en el enunciado del alcance preliminar del trabajo de grado.
- Un proceso que permite la creación de la EDT a partir del enunciado del alcance del trabajo de grado.
- Un proceso para controlar cómo se procesarán las solicitudes de cambio al enunciado del alcance del trabajo de grado.

Un plan del alcance del trabajo de grado está comprendido en el plan de trabajo de grado; de igual manera, permite al director, codirectores, calificadores e interesados una herramienta para seguir y medir el grado de desarrollo del trabajo de grado.

❖ **Definición del alcance del trabajo de grado**

La definición del alcance del trabajo de grado constituye el éxito del trabajo de grado y se construye sobre la base de los productos a entregar, las condiciones iniciales que se

⁴⁰ *Ibíd.* Pág. 107.

plantean en el enunciado del alcance preliminar del trabajo de grado. En esta etapa las necesidades, deseos y expectativas de los interesados se analizan y convierten en requisitos. Las condiciones iniciales dadas en el alcance preliminar se analizan para verificar si están completas y, de ser necesario, se agregan o modifican las ya estipuladas⁴¹.

❖ **Enunciado del alcance del trabajo de grado**

El enunciado del alcance del trabajo de grado describe en detalle, los productos entregables del trabajo de grado y el trabajo necesario realizar los productos entregables el cual proporciona un entendimiento común del alcance del trabajo de grado entre los interesados del proyecto, y describe los principales objetivos del trabajo de grado. El enunciado del alcance del trabajo de grado detallado incluye, ya sea de forma directa o mediante referencia a otros documentos, lo siguiente⁴²:

- **Objetivos del trabajo de grado:** los objetivos del trabajo de grado incluyen los criterios medibles de éxito del proyecto. Los objetivos del trabajo de grado también pueden incluir metas relativas a costos, cronograma y calidad. Cada objetivo del trabajo de grado tiene atributos, como costo; una métrica; y un valor absoluto o relativo.
- **Descripción del alcance del producto:** describe las características del producto, servicio o resultado para el cual se creó el trabajo de grado. En algunos casos, la forma y el contenido de las características pueden variar, por lo tanto, la descripción del alcance deberá ser siempre lo suficientemente detallada como para que sirva de apoyo a la planificación posterior del alcance del trabajo de grado.
- **Requisitos del trabajo de grado:** describen las condiciones que deben cumplir o las capacidades que deben tener los productos entregables del trabajo de grado para satisfacer a los interesados y calificadores del trabajo de grado. El análisis de los

⁴¹ *Ibíd.* Pág. 103.

⁴² *Ibíd.*

interesados que incluyen la totalidad de sus necesidades, deseos y expectativas se traducen en requisitos priorizados.

- Alcance del trabajo de grado: identifica generalmente qué está incluido dentro del proyecto. Establece explícitamente qué está excluido del proyecto, si un interesado podría suponer que un producto, servicio o resultado en particular podrían ser un componente del trabajo de grado.
- Productos entregables del trabajo de grado: los productos entregables (sección 2.3.1) incluyen tanto las salidas que comprenden el producto o servicio del trabajo de grado, como los resultados secundarios, tales como informes y la documentación correspondiente. De acuerdo con el enunciado del alcance del trabajo de grado, los productos entregables pueden describirse en forma resumida o muy detallada.
- Especificaciones del trabajo de grado: identifica aquellos documentos de especificaciones con los que debería cumplir el trabajo de grado.
- Requisitos de aprobación: identifica los requisitos de aprobación que pueden aplicarse a aspectos tales como objetivos, productos entregables, documentos del trabajo de grado.

❖ **Crear EDT**

La Estructura de División del Trabajo EDT es una descomposición jerárquica, orientada al producto entregable, del trabajo que será ejecutado por los desarrolladores del trabajo de grado, para lograr los objetivos planteados y crear los productos requeridos. La EDT organiza y define el alcance total del trabajo de grado, subdivide las actividades en porciones de trabajo más pequeñas y fáciles de manejar, donde cada nivel descendente de la EDT representa una definición cada vez más detallada del trabajo de grado. El trabajo planificado comprendido dentro de los componentes de la EDT del nivel más bajo,

denominados paquetes de trabajo, puede programarse, supervisarse, controlarse y estimarse sus costos⁴³.

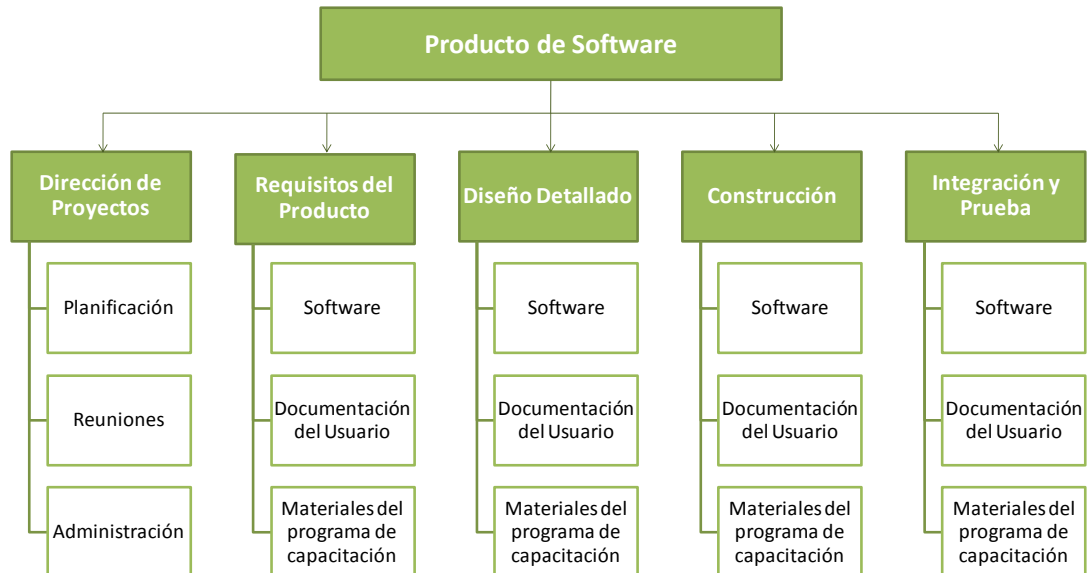


Figura 31. Diagrama ejemplo de EDT. Fuente: PMBOOK. Pág. 116.

❖ **Diccionario de la EDT**

El diccionario de la EDT es un documento que acompaña a la EDT. El contenido detallado de los componentes que se incluyen en una EDT, pueden describirse en el diccionario de la EDT. Para cada componente de la EDT, el diccionario incluye un identificador de código, un enunciado de trabajo, la organización responsable e información sobre contratos, requisitos de calidad y referencias técnicas.

❖ **Control del alcance**

El control del alcance del trabajo de grado identifica los factores que crean cambios en el alcance y controlar el impacto de dichos cambios. El control del alcance del trabajo de grado también se usa para gestionar los cambios reales cuando se producen, y está integrado con los demás procesos de control.

⁴³ *Ibíd.* Pág 112.

2.3.3. Gestión del tiempo

En los trabajos de grado, la gestión del tiempo del proyecto incluye aquellos procesos buscan la conclusión del proyecto en los plazos y tiempos determinados. La figura 32 muestra un diagrama de flujo de esos procesos y de sus entradas, salidas y procesos de otras áreas de conocimiento relacionadas. Entre los procesos de gestión del tiempo, se encuentran presentes⁴⁴:

- Definición las actividades: identifica las actividades requeridas para el desarrollo del cronograma para producir los diferentes productos entregables del trabajo de grado.
- Establecimiento de la secuencia de las actividades: identifica y documenta la relación entre las actividades del cronograma.
- Estimación de los recursos de las actividades: estima el tipo y las cantidades de recursos necesarios para realizar cada actividad del cronograma.
- Estimación de la duración de las actividades: estima la cantidad de períodos de trabajo que serán necesarios para completar cada actividad propuesta.
- Desarrollo del cronograma: analiza la secuencia de las actividades, la duración, los requisitos y restricciones del cronograma para crear el cronograma del trabajo de grado.
- Control del cronograma: controla los cambios del cronograma del trabajo de grado.

⁴⁴ *Ibíd.* Pág. 123.

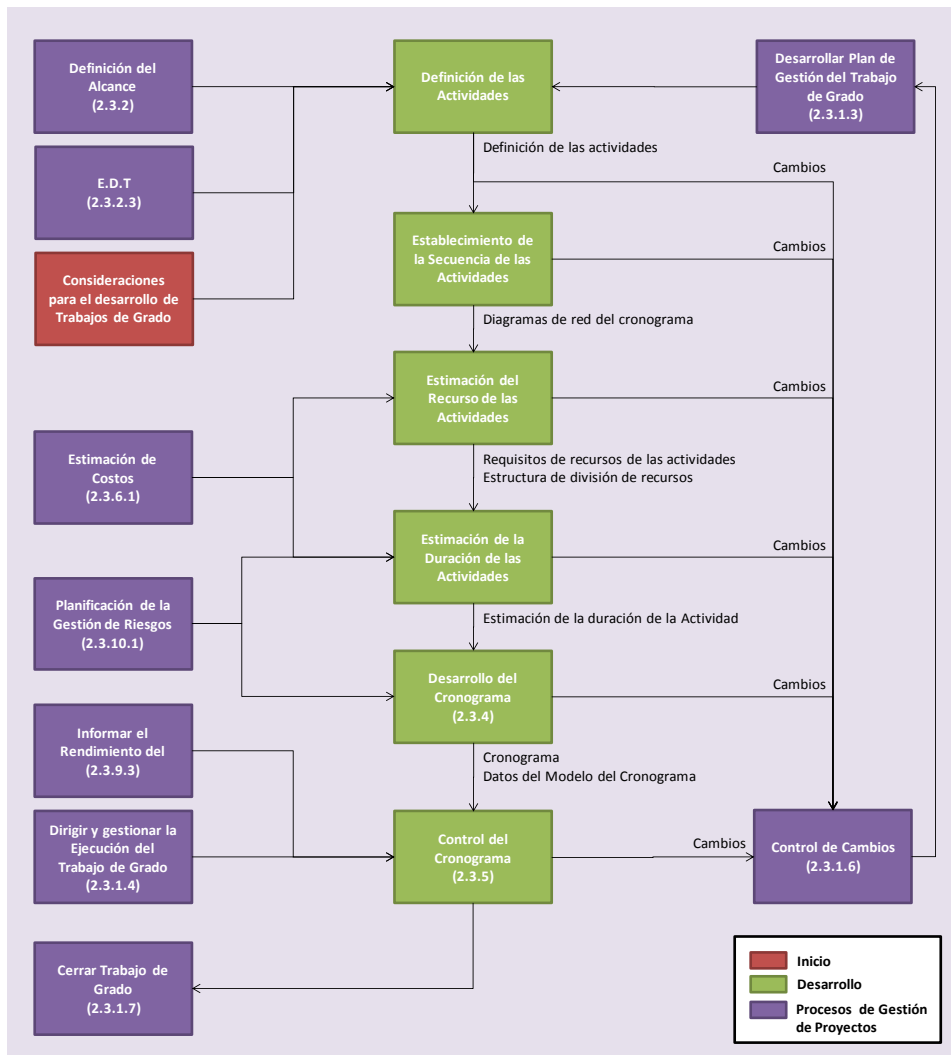


Figura 32. Diagrama de flujo de los procesos de gestión del tiempo. Fuente: PMBOOK. Pág. 126. Modificado por los Autores.

❖ Definición de las actividades

En esta sección se busca identificar y documentar el trabajo que se planifican realizar el cual operar a un nivel más bajo que la estructura de división del trabajo (EDT). En gestión de proyectos, se denomina paquete de trabajo. Los paquetes de trabajo se descomponen en componentes más pequeños denominados actividades del cronograma, para

proporcionar una base con el fin de estimar, establecer el cronograma, ejecutar, y supervisar y controlar las actividades del trabajo de grado⁴⁵.

❖ **Lista de actividades**

La lista de actividades es una lista completa que incluye todas las actividades del cronograma planificadas para ser realizadas en el trabajo de grado. Esta lista de actividades no incluye las actividades del cronograma que no se requieren como parte del alcance del trabajo de grado. El alcance del trabajo expuesto en el cronograma puede expresarse en términos físicos, como por ejemplo, metros de cable de fibra óptica que serán instalados o número de objetivos que tendrá el trabajo de grado. La lista de actividades se utiliza en el modelo de cronograma y es uno de los componentes del plan de trabajo de grado (sección 2.3.1).

❖ **Establecimiento de la secuencia de las actividades**

El establecimiento de la secuencia de las actividades identifica y documenta la relación entre las actividades del cronograma, las cuales pueden estar ordenadas de forma lógica, para respaldar el desarrollo posterior de un cronograma de trabajo de grado realista y factible.

❖ **Diagramas de red del cronograma del trabajo de grado**

Los diagramas de red son representaciones esquemáticas de las actividades del cronograma y las relaciones lógicas entre ellas, también denominadas dependencias. El diagrama de red del cronograma del proyecto puede incluir detalles de todo el proyecto, o contener una o más actividades resumen. Todas las secuencias poco comunes de las actividades dentro de la red se encuentran totalmente descritas dentro de la narración⁴⁶.

⁴⁵ *Ibíd.* Pág. 127.

⁴⁶ *Ibíd.* Pág. 130.

❖ **Estimación de recursos de las actividades**

La estimación de recursos de las actividades determina cuáles son los recursos y qué cantidad recursos se utilizará, y cuándo estará disponible cada recurso para realizar las actividades correspondientes al trabajo de grado. La estimación de recursos de las actividades funciona en conjunto con el proceso estimación de costos (sección 2.3.6).

❖ **Requisitos de recursos de las actividades**

Es la identificación y descripción de los tipos y las cantidades de recursos necesarios para cada actividad del cronograma. Estos requisitos pueden sumarse para determinar los recursos estimados para cada paquete de trabajo. El proceso “Desarrollo del cronograma” (sección 2.3.4) determina cuándo se necesitan los recursos.

❖ **Estructura de división de recursos**

La estructura de división de recursos (RBS) es una estructura jerárquica de los recursos identificados por categoría y tipo de recurso. Tiene por objeto representar la organización humana del proyecto, así como la estructura de recursos tecnológicos y materiales.

Entre las características de la RBS se encuentran⁴⁷:

- Mostrar gráficamente la organización del proyecto mediante el uso de organigramas.
- Optimizar los conocimientos y experiencia del personal disponible.
- Reflejar la estructura de recursos materiales necesarios para la realización del proyecto, así como sus costos asociados.

⁴⁷ Tomado de <http://alumnat.upv.es/pla/visfit/2578/AAAGNXAAXAAAD5iAA9/pfestim.doc>

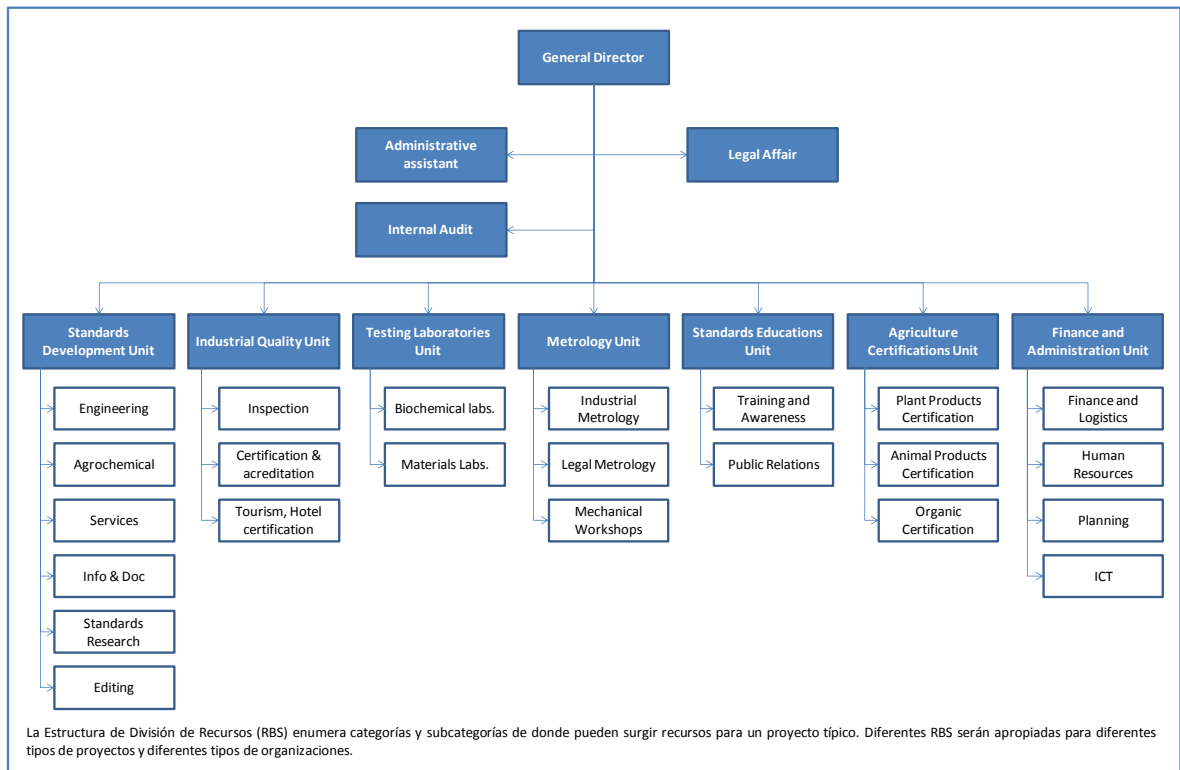


Figura 33 Diagrama ejemplo de estructura de división de recursos (RBS).

Fuente: http://eac-quality.net/fileadmin/rwanda/user_images/RBS-organigramme.gif. Modificada por los autores para ilustrar ejemplo.

❖ Estimación de la Duración de las Actividades

Para estimar la duración de las actividades, se parte del alcance, los recursos, las cantidades de recursos estimados y los calendarios de recursos con su disponibilidad. Las entradas para las estimaciones de la duración de las actividades del cronograma surgen de las personas (director, codirector, desarrolladores) o de todo el equipo del trabajo de grado que esté más familiarizado con la naturaleza del contenido del trabajo de la actividad. En esta etapa se requiere que se estime la cantidad de esfuerzo de trabajo necesario para completar la actividad del cronograma y que se determine la cantidad de períodos laborables necesarios para completar la actividad del cronograma. Estimar la cantidad de períodos laborables necesarios para completar una actividad del cronograma puede requerir la consideración del tiempo transcurrido como requisito relacionado con un tipo de trabajo específico. Las actividades del cronograma se realizarán de acuerdo con el

calendario del trabajo de grado, y las actividades del cronograma a las cuales se asignan los recursos también se realizarán según los calendarios de recursos correspondientes⁴⁸.

❖ **Estimaciones de la duración de la actividad**

Las estimaciones de la duración de la actividad son valoraciones cuantitativas de la cantidad probable de períodos laborables que serán necesarios para completar una actividad del cronograma. Las estimaciones de la duración de la actividad incluyen alguna indicación del rango de resultados posibles. Por ejemplo:

- Dos (2) semanas \pm dos (2) días para indicar que la actividad del cronograma durará por lo menos ocho días y no más de doce (asumiendo cinco días laborables por semana).
- Quince por ciento (15%) de probabilidad de exceder tres semanas para indicar una alta probabilidad (85%) de que la actividad del cronograma durará tres semanas o menos.

2.3.4. Desarrollo del cronograma

El desarrollo del cronograma determina las fechas planificadas (desde el inicio hasta la finalización) para las actividades del trabajo de grado. El desarrollo del cronograma continúa a lo largo del trabajo de grado, a medida que el trabajo avanza, el plan de trabajo de grado cambia, y los eventos de riesgo anticipados ocurren o desaparecen al tiempo que se identifican nuevos riesgos⁴⁹.

❖ **Cronograma del trabajo de grado**

El cronograma del trabajo de grado incluye, por lo menos, una fecha de inicio planificada y una fecha de finalización planificada para cada actividad del cronograma. Si la

⁴⁸ PMBOOK. Pág. 139.

⁴⁹ *Ibíd.* Pág. 143.

planificación de recursos se realiza en una etapa temprana, el cronograma del proyecto permanecerá con carácter de preliminar hasta que las asignaciones de recursos hayan sido confirmadas, y se establezcan las fechas de inicio y de finalización planificadas. A pesar de que un cronograma del proyecto puede presentarse en forma de tabla, se presenta más a menudo en forma gráfica, usando uno o más de los siguientes formatos⁵⁰:

- Diagramas de barras: estos diagramas, en los que unas barras representan las actividades, muestran las fechas de inicio y finalización de las actividades, así como las duraciones esperadas.
- Diagramas de red del cronograma del proyecto: Estos diagramas, con información de la fecha de la actividad, generalmente muestran tanto la lógica de la red del proyecto como las actividades del cronograma del camino crítico del proyecto.
- Diagramas de hitos: Estos diagramas son similares a los diagramas de barras, pero sólo identifican el inicio o la finalización programada de los productos entregables más importantes y las interfaces externas clave.

❖ **Datos del modelo de cronograma**

Los datos de soporte para el cronograma incluyen: actividades del cronograma, atributos de la actividad y documentación de todas las asunciones y restricciones identificadas. La cantidad de datos adicionales varía por área de aplicación.

2.3.5. Control del cronograma

El control del cronograma es una parte del proceso control integrado de cambios (sección 2.3.1). Implica:

- Determinar el estado actual del cronograma del trabajo de grado.
- Influir sobre los factores que crean cambios en el cronograma.

⁵⁰ *Ibíd.*

- Determinar que el cronograma del trabajo de grado ha cambiado.
- Gestionar los cambios reales a medida que suceden.

Lo anterior se lleva a cabo mediante la implementación de:

❖ **Lista de actividades (actualizaciones)**

Descrita en la sección 2.3.3., la cual debe actualizarse una vez se registren cambios.

❖ **Plan de gestión del trabajo de grado (actualizaciones)**

El plan de gestión del cronograma, el cual se encuentra descrito en el plan de trabajo de grado (sección 2.3.2), se actualiza para reflejar todos los cambios que resulten del proceso control del cronograma, y la forma en que será gestionado el cronograma del trabajo de grado.

2.3.6. Gestión de costos

La gestión de costos del trabajo de grado incluye los procesos involucrados en la planificación, estimación, preparación del presupuesto y control de costos de forma que el trabajo de grado se pueda completar dentro del presupuesto aprobado. La figura 34 muestra un diagrama de flujo de esos procesos y de sus entradas, salidas y procesos de otras áreas de conocimiento relacionadas⁵¹.

Presenta las siguientes características⁵²:

- La gestión de costos se ocupa principalmente del costo de los recursos necesarios para completar las actividades del cronograma. Sin embargo, la gestión de los costos también debe considerar el efecto de las decisiones que se tomen sobre los

⁵¹ *Ibíd.* Pág. 157.

⁵² *Ibíd.*

costos del uso, mantenimiento y soporte del producto, servicio o resultado del trabajo de grado.

- La gestión de costos contempla los requisitos de información de los interesados en el trabajo de grado. Los diferentes interesados medirán los costos del trabajo de grado de diferentes maneras y en diferentes momentos.

❖ **Estimación de Costos**

La estimación de costos tiene entre otras, las siguientes características⁵³:

- La estimación de costos de las actividades del cronograma implica desarrollar una aproximación de los costos de los recursos necesarios para completar cada actividad del trabajo de grado. Al hacer una aproximación de los costos, el estimador debe considerar las posibles causas de variación de las estimaciones de costos, incluyendo los riesgos.
- Las estimaciones de costos generalmente se expresan en unidades monetarias (pesos, dólares, euros, yen, etc.) para facilitar las comparaciones tanto del trabajo de grado como entre otros trabajos de grado. Las estimaciones de costos pueden mejorarse a través de refinamientos durante el transcurso del trabajo de grado para reflejar los detalles adicionales disponibles. La exactitud de la estimación de un trabajo de grado aumenta a medida que avanza el proyecto a lo largo del ciclo de vida del trabajo de grado.
- Los costos de las actividades del cronograma se estiman para todos los niveles y actividades del trabajo de grado. Esto incluye, entre otros, la mano de obra, los materiales, los equipos, los servicios y las instalaciones, así como categorías especiales tales como una asignación por inflación o un costo por contingencia. La estimación de costos de una actividad del cronograma es una evaluación cuantitativa de los costos probables de los recursos necesarios para completar la actividad del cronograma.

⁵³ *Ibíd.*

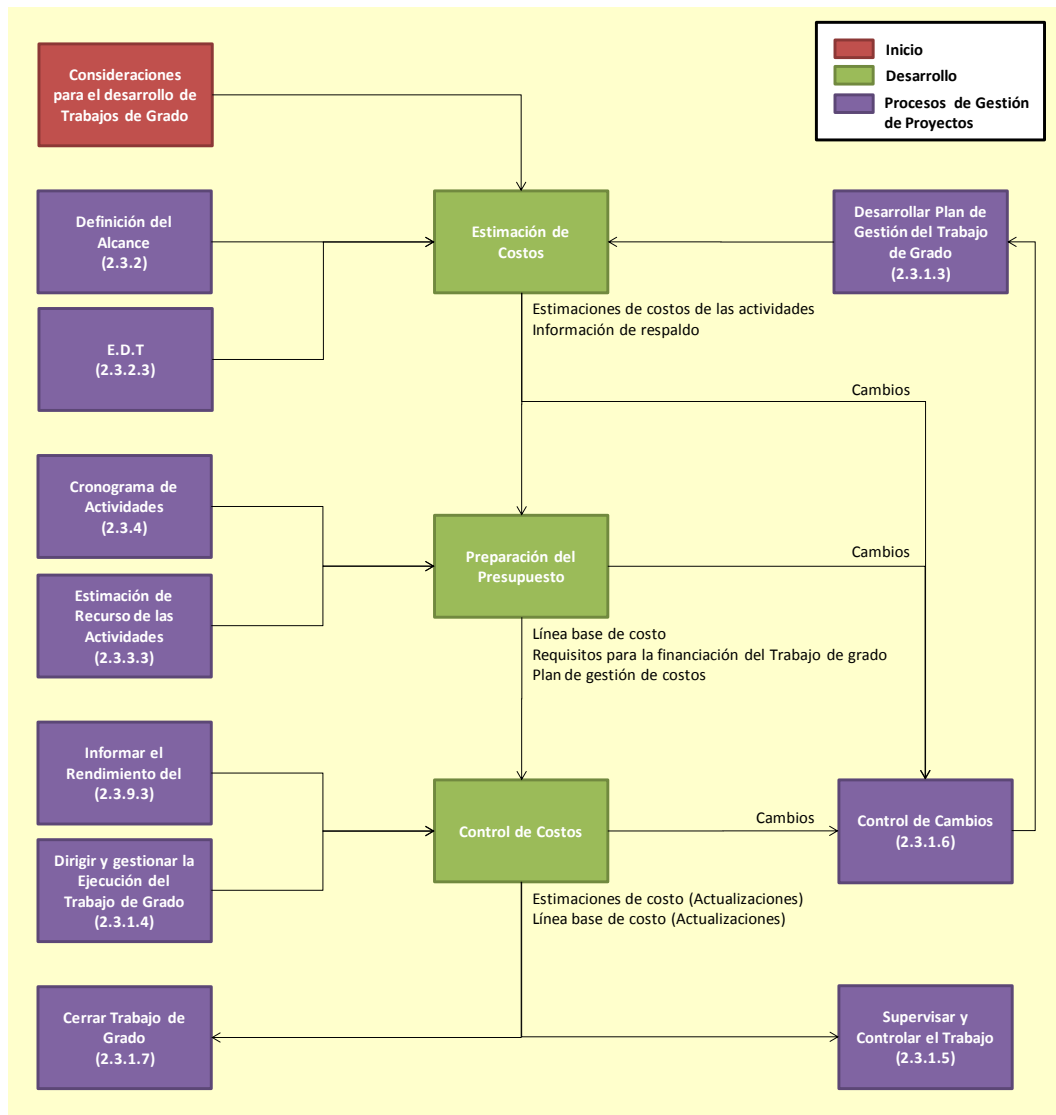


Figura 34. Diagrama de Flujo de los Procesos de Gestión de Costos. Fuente: PMBOOK. Pág. 160. Modificado por los Autores.

❖ Estimaciones de costos de las actividades

La estimación de costos de una actividad es una evaluación cuantitativa de los costos probables de los recursos necesarios para completar las actividades del cronograma. Este tipo de estimación puede presentarse en forma de resumen o en detalle. Los costos se estiman para todos los recursos que se aplican a la estimación de costos de la actividad. Esto incluye, entre otros, la mano de obra, los materiales, los equipos, los servicios, las

instalaciones, la tecnología de la información, y categorías especiales como una asignación por inflación o una reserva para contingencias de costo.

❖ **Información de respaldo de la estimación de costos de las actividades**

La cantidad y el tipo de información adicional que respalda la estimación de costos de las actividades del cronograma varían por área de aplicación. Independientemente del nivel de detalle, la documentación de respaldo debe proporcionar una imagen clara, profesional y completa de cómo se obtuvo la estimación de costos. La información de respaldo para las estimaciones de costos de las actividades deberá incluir⁵⁴:

- Descripción del alcance del trabajo de grado de la actividad del cronograma.
- Documentación de todas las asunciones realizadas.
- Documentación de los fundamentos de la estimación (es decir, cómo fue desarrollada) y restricciones.
- Indicación del rango de estimaciones posibles (por ejemplo, \$10.000 ±15% para indicar que se espera que el artículo cueste entre \$8.500 y \$11.500).

❖ **Preparación del presupuesto de costos**

La preparación del presupuesto de costos implica sumar los costos estimados de las actividades del cronograma o paquetes de trabajo individuales para establecer una línea base de costo total, a fin de medir el rendimiento del trabajo de grado. El enunciado del alcance del trabajo de grado proporciona el presupuesto resumen. Sin embargo, las estimaciones de costos de las actividades del cronograma o de los paquetes de trabajo se preparan con anterioridad a las solicitudes de presupuesto detallado y la autorización de trabajo⁵⁵.

⁵⁴ *Ibíd.* Pág. 166.

⁵⁵ *Ibíd.*

❖ **Línea base de costo**

La línea base de costo es un presupuesto distribuido en el tiempo que se usa como base respecto a la cual se puede medir, supervisar y controlar el rendimiento general del costo en el Trabajo de Grado. La línea base de costo es un componente del plan de gestión del Trabajo de Grado.

❖ **Requisitos para la Financiación del Trabajo de Grado**

Siempre y cuando sea necesario, los requisitos de financiación, totales y periódicos (por ejemplo, anuales o trimestrales), se derivan de la línea base de costo y pueden establecerse para excederlos, en general por un margen, a fin de estar preparado para el avance temprano o los sobrecostos⁵⁶.

❖ **Control de costos**

El control de costos del trabajo de grado contempla:

- Influir sobre los factores que producen cambios en la línea base de costo.
- Asegurarse de que los cambios solicitados sean acordados.
- Gestionar los cambios reales cuando y a medida que se produzcan.
- Asegurar que los posibles sobrecostos no excedan la financiación periódica y total para el proyecto realizando el seguimiento del rendimiento del costo para detectar y entender las variaciones con respecto a la línea base de costo.
- Registrar todos los cambios pertinentes con precisión en la línea base de costo.
- Informar los cambios aprobados a los interesados pertinentes.

⁵⁶ *Ibíd.* Pág. 168.

- Evitar que se incluyan cambios incorrectos, inadecuados o no aprobados en el costo o en el uso de recursos informados.
- Actuar para mantener los sobrecostos esperados dentro de límites aceptables.

2.3.7. Gestión de la calidad

Los procesos de gestión de la calidad incluyen aquellas actividades que determinan las políticas, los objetivos y las responsabilidades de las partes que intervienen en el trabajo de grado relativos a la calidad a fin que el proyecto satisfaga las necesidades por las cuales se emprendió. La figura 35 muestra un diagrama de flujo de esos procesos y de sus entradas, salidas y procesos de otras áreas de conocimiento relacionadas. En gestión de proyectos, la gestión de la calidad busca⁵⁷:

- Satisfacción del cliente. Entender, evaluar, definir y gestionar las expectativas, de modo que se cumplan los requisitos del cliente. Esto requiere una combinación de conformidad con los requisitos (el proyecto debe producir lo que dijo que produciría) y ser adecuado para su uso (el producto o servicio debe satisfacer las necesidades reales).
- La prevención sobre la inspección. El costo de prevenir errores es generalmente mucho menor que el costo de corregirlos cuando son detectados por una inspección.
- Responsabilidad de la dirección. El éxito requiere la participación de todos los miembros del equipo, pero proporcionar los recursos necesarios para lograr dicho éxito sigue siendo responsabilidad de la dirección.
- Mejora continua.

⁵⁷ *Ibíd.* Pág. 179.

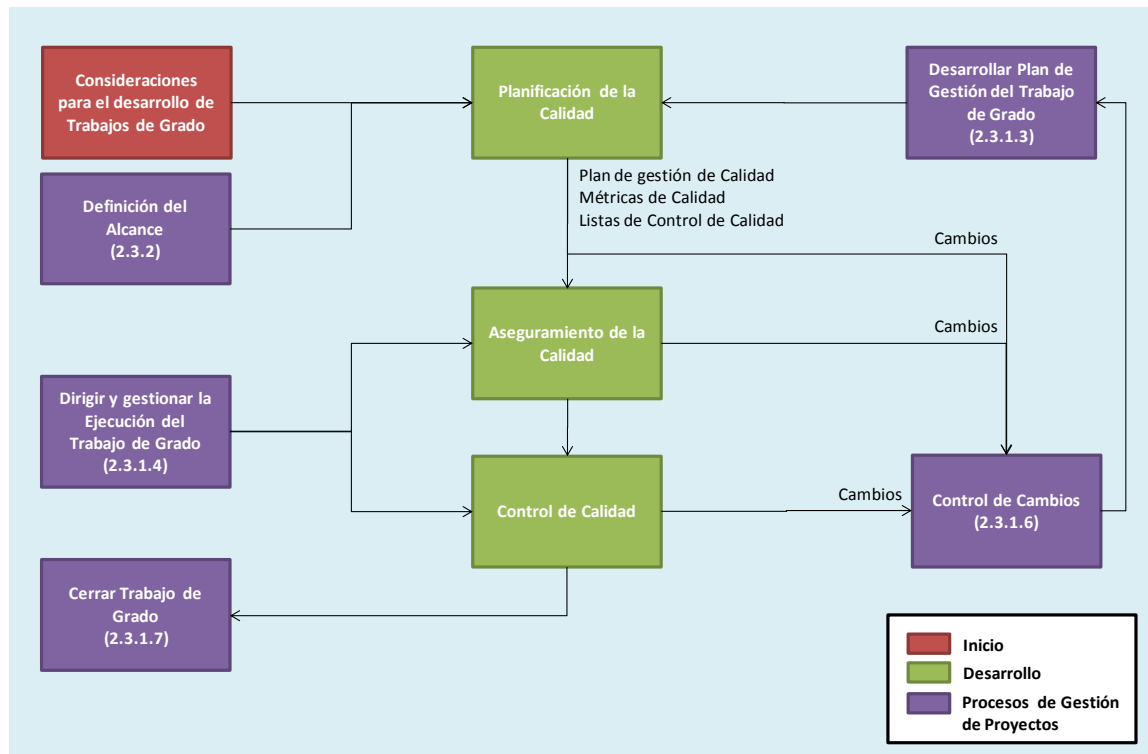


Figura 35. Diagrama de flujo de los procesos de gestión de la calidad. Fuente: PMBOOK: Pág. 181. Modificado por los Autores.

❖ Planificación de calidad

La planificación de calidad implica identificar qué normas de calidad son relevantes para el trabajo de grado y determinar cómo satisfacerlas. Es uno de los procesos clave a la hora de llevar a cabo la planificación y el plan de gestión del trabajo de grado, y debería realizarse de forma paralela a los demás procesos de planificación del trabajo de grado.

❖ Plan de gestión de calidad

El plan de gestión de calidad describe cómo se implementará la política de calidad del trabajo de grado. El plan de gestión de calidad es un componente o un plan subsidiario del plan de gestión del trabajo de grado (sección 2.3.2). Proporciona entrada al plan de

gestión del trabajo de grado y debe tratar el control de calidad (QC), el aseguramiento de calidad (QA) y la mejora continua del proceso para su desarrollo.

❖ **Métricas de calidad**

Una métrica es una definición operativa que describe, en términos muy específicos, lo que algo es y cómo lo mide el proceso de control de calidad⁵⁸. Los desarrolladores del trabajo de grado, deben indicar también si cada actividad debe iniciarse puntualmente o sólo finalizar puntualmente, y establecer si se medirán actividades individuales o sólo determinados productos entregables y, en tal caso, definirlos⁵⁹.

❖ **Listas de control de calidad**

Una lista de control es una herramienta estructurada, por lo general específica de cada componente, que se utiliza para verificar que se han realizado un conjunto de pasos necesarios. Las listas de control pueden ser simples o complejas. Usualmente, se expresan con frases imperativas (“¡haga esto!”) o interrogativas (“¿ha hecho esto?”)⁶⁰.

❖ **Aseguramiento de calidad (QA)**

Aseguramiento de calidad (QA) es la aplicación de actividades planificadas y sistemáticas relativas a la calidad, para asegurar que el trabajo de grado emplee todos los procesos necesarios para cumplir con los requisitos⁶¹. Al hablar de QA, es importante introducir el concepto de auditoría de calidad; consiste en una revisión estructurada e independiente para determinar si las actividades cumplen con las políticas, los procesos y los procedimientos dados al inicio del trabajo de grado. El objetivo de una auditoría de calidad es identificar las políticas, procesos y procedimientos ineficientes y no efectivos usados⁶².

⁵⁸ Una medición es un valor real. Por ejemplo, no es suficiente decir que cumplir con las fechas programadas del cronograma es una medida de la calidad de la gestión.

⁵⁹ PMBOOK. Pág. 186.

⁶⁰ *Ibíd.* Pág. 187.

⁶¹ *Ibíd.*

⁶² En gestión de proyectos, las auditorías de calidad pueden ser programadas o aleatorias, y pueden ser realizadas por auditores internos adecuadamente formados o por terceros, externos a la organización ejecutante.

❖ **Control de Calidad (QC)**

Realizar control de calidad (QC) implica supervisar los resultados específicos del trabajo de grado, para determinar si cumplen con las normas de calidad relevantes e identificar los modos de eliminar las causas de resultados insatisfactorios. Esto debería ser realizado durante todo el proyecto y las normas de calidad incluyen los objetivos de los procesos y productos del trabajo de grado.

2.3.8. Gestión del recurso humano

La gestión del recurso humano incluye los procesos que organizan y dirigen los desarrolladores del trabajo de grado, el cual está compuesto por las personas a quienes se les han asignado roles y responsabilidades para concluirlo.

En gestión de proyectos, el equipo de dirección del proyecto⁶³ es un subgrupo del equipo del proyecto y es responsable de las actividades de dirección de proyectos, tales como la planificación, el control y el cierre. Este grupo puede denominarse equipo central, equipo ejecutivo o equipo de liderazgo. Para proyectos más pequeños, las responsabilidades de la dirección de proyectos pueden ser compartidas por todo el equipo o administradas únicamente por el director del proyecto. El patrocinador del proyecto trabaja con el equipo de dirección del proyecto, ayudando generalmente con cuestiones tales como la financiación del proyecto, aclarando preguntas sobre el alcance y ejerciendo influencia sobre otros a fin de beneficiar al proyecto⁶⁴.

❖ **Planificación del recurso humano**

La planificación del recurso humano determina los roles dentro del trabajo de grado, las responsabilidades y las relaciones de informe. El plan de gestión de personal puede

⁶³ En el caso de los trabajos de grado, es comparable con el trabajo realizado por el director y los codirectores del trabajo de grado.

⁶⁴ PMBOOK. Pág. 199.

incluir cómo y cuándo se adquirirán los miembros del equipo del trabajo de grado, los criterios para eximirlos del proyecto, la identificación de las necesidades de formación, los planes relativos a recompensas y reconocimiento, consideraciones sobre cumplimiento, polémicas de seguridad y el impacto del plan de gestión de personal.

❖ Organigramas del trabajo de grado

Un organigrama es una representación gráfica de los miembros del equipo del trabajo de grado y sus relaciones de informe. Puede ser formal o informal, muy detallado o ampliamente esbozado, dependiendo de las necesidades del trabajo de grado⁶⁵.

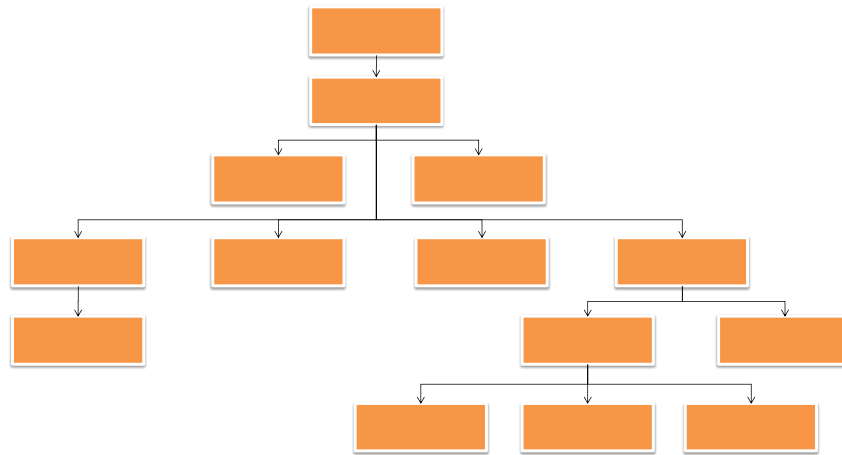


Figura 36. Diagrama ejemplo de organigrama

❖ Plan de gestión de personal

El plan de gestión de personal, un subgrupo del plan de gestión del trabajo de grado (sección 2.3.2), describe cuándo y cómo se cumplirán los requisitos de recursos humanos. En el concepto de gestión de proyectos, el plan de gestión de personal incluye⁶⁶:

- Adquisición de personal: Al planificar la adquisición de miembros del equipo del proyecto surgen varias preguntas. Por ejemplo, ¿Los recursos humanos

⁶⁵ Ibíd.

⁶⁶ Ibíd.

provendrán de la organización misma o de fuentes externas contratadas? ¿Los miembros del equipo deberán trabajar en un lugar centralizado o podrán trabajar desde lugares distantes? ¿Cuáles son los costos asociados con cada nivel de experiencia necesario para el proyecto? ¿Cuánta asistencia puede proporcionar el departamento de recursos humanos de la organización al equipo de dirección del proyecto?

- Horarios: El plan de gestión de personal describe los plazos necesarios para los miembros del equipo del proyecto, ya sea de forma individual o colectiva, así como también cuándo deberían iniciarse las actividades de adquisición, tales como el reclutamiento.
- Criterios de liberación: Determinar el método y la oportunidad para eximir a los miembros del equipo beneficia tanto al proyecto como a los miembros del equipo. Cuando los miembros del equipo son liberados de un proyecto en el momento óptimo, pueden eliminarse los pagos a las personas que finalizaron sus responsabilidades y reducirse los costos.
- Necesidades de formación: Si se espera que los miembros del equipo que se asignarán no tendrán las competencias necesarias, puede desarrollarse un plan de formación como parte del proyecto. El plan también puede incluir formas de ayudar a los miembros del equipo a obtener certificaciones que beneficiarían al proyecto.
- Cumplimiento: El plan de gestión de personal puede incluir estrategias para cumplir con las regulaciones gubernamentales aplicables, los contratos con los sindicatos y las demás políticas de recursos humanos establecidas.
- Seguridad: Las políticas y los procedimientos que protegen a los miembros del equipo de los peligros relacionados con la seguridad pueden incluirse en el plan de gestión de personal así como también en el de registro de riesgos.

2.3.9. Gestión de las comunicaciones

La gestión de las comunicaciones incluye los procesos necesarios para asegurar la generación, recogida, distribución, almacenamiento, recuperación y destino final de la información del trabajo de grado. Los procesos de gestión de las comunicaciones proporcionan los enlaces cruciales entre las personas y la información, necesarios para unas comunicaciones exitosas.

El plan de gestión de las comunicaciones determina las necesidades de información y comunicación de los interesados; por ejemplo, quién necesita qué información, cuándo la necesitará, cómo le será suministrada y por quién. Si bien todos los proyectos comparten la necesidad de comunicar información del proyecto, las necesidades de información y los métodos de distribución varían ampliamente. Identificar las necesidades de información de los interesados y determinar una forma adecuada de satisfacer esas necesidades es un factor importante para el éxito del proyecto⁶⁷.

❖ Plan de gestión de las comunicaciones

El plan de gestión de las comunicaciones está incluido en el plan de gestión del trabajo de grado (sección 2.3.2), o es un plan subsidiario de éste. El plan de gestión de las comunicaciones proporciona⁶⁸:

- Requisitos de comunicaciones de los interesados.
- Información que debe ser comunicada, incluidos formato, contenido y nivel de detalle.
- Persona(s) responsable(s) de comunicar la información
- Persona o grupos que recibirán la información.

⁶⁷ *Ibíd.* Pág. 210.

⁶⁸ *Ibíd.*

- Métodos o tecnologías usadas para transmitir la información, como memorandos, correo electrónico y / o comunicados de prensa.
- Frecuencia de la comunicación, por ejemplo, semanal.
- Métodos para actualizar y refinar el plan de gestión de las comunicaciones a medida que el proyecto avanza y se desarrolla.
- Glosario de terminología común.

❖ **Distribución de la información**

La distribución de la información implica poner la información necesaria a disposición de los interesados en el trabajo de grado de manera oportuna. La distribución de la información incluye implementar el plan de gestión de las comunicaciones, así como responder a las solicitudes inesperadas de información. Entre los productos de esta etapa están⁶⁹:

- Documentación sobre lecciones aprendidas. La documentación incluye las causas de las polémicas, el razonamiento subyacente a la acción correctiva elegida y otros tipos de lecciones aprendidas sobre distribución de la información.
- Registros del proyecto. Los registros del proyecto pueden incluir correspondencia, memorandos y documentos que lo describen. Esta información debería, en la medida en que sea posible y apropiado, mantenerse de manera organizada.
- Informes del proyecto. Los informes de los proyectos formales e informales detallan el estado del proyecto, e incluyen las lecciones aprendidas, los registros de polémicas, los informes de cierre del proyecto y las salidas de otras áreas de conocimiento.

⁶⁹ *Ibíd.* Pág. 215.

- Presentaciones del proyecto. El equipo del proyecto suministra información por medios formales o informales a todos y cada uno de los interesados en el proyecto. La información es relevante respecto de las necesidades de la audiencia y el método de presentación es apropiado.
- Retroalimentación de los interesados. La información que se recibe de los interesados en relación con las operaciones del proyecto puede ser distribuida y usada para modificar o mejorar el rendimiento futuro del proyecto.
- Notificaciones a los interesados. Se puede suministrar información a los interesados acerca de las polémicas resueltas, los cambios aprobados y el estado general del proyecto.

❖ **Informar el rendimiento**

Los informes de rendimiento organizan y resumen la información recogida, y presentan los resultados de cualquier análisis en comparación con la línea base para la medición del rendimiento. Los informes deben proporcionar la información sobre el estado de la situación y el progreso, y el nivel de detalle requeridos por los diversos interesados, según lo documentado en el plan de gestión de las comunicaciones⁷⁰.

❖ **Gestionar a los interesados**

La gestión de los interesados se refiere a gestionar las comunicaciones a fin de satisfacer las necesidades de los interesados en el trabajo de grado y resolver polémicas con ellos. Gestionar activamente a los interesados aumenta la probabilidad de que el trabajo de grado no se desvíe de su curso, debido a polémicas sin resolver con los interesados, mejora la capacidad de las personas de trabajar de forma sinérgica y limita las interrupciones durante el trabajo de grado⁷¹.

⁷⁰ *Ibíd.* Pág. 235.

⁷¹ *Ibíd.*

2.3.10. Gestión de riesgos

La gestión de los riesgos incluye los procesos relacionados con la planificación de la gestión, identificación y el análisis de riesgos, respuestas a los riesgos, y el seguimiento y control de riesgos del trabajo de grado; los objetivos de la gestión de los riesgos son aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos adversos para el proyecto.

❖ **Planificación de la Gestión de Riesgos**

El plan de gestión de riesgos describe cómo se estructurará y realizará la gestión de riesgos en el trabajo de grado. El plan de gestión de riesgos incluye⁷²:

- Metodología. Define los métodos, herramientas y fuentes de información que pueden utilizarse para realizar la gestión de riesgos en el trabajo de grado.
- Roles y responsabilidades. Define el líder, el apoyo y los miembros del equipo de gestión de riesgos para cada tipo de actividad y asigna personas a estos roles y explica sus responsabilidades.
- Periodicidad. Define cuándo y con qué frecuencia se realizará el proceso de gestión de riesgos durante el desarrollo del trabajo de grado, y establece las actividades de gestión de riesgos que se incluirán en el cronograma del proyecto (sección 2.3.4).
- Categorías de riesgo. Proporciona una estructura que garantiza un proceso completo de identificación sistemática de los riesgos con un nivel de detalle uniforme, y contribuye a la efectividad y calidad de la identificación de riesgos.
- Definiciones de probabilidad e impacto de los riesgos. La calidad y credibilidad del analizar los riesgos requiere que se definan distintos niveles de probabilidades e impactos de los riesgos.

⁷² *Ibíd.* Pág. 243.

❖ **Registro de riesgos**

Las principales salidas de la identificación de riesgos son las entradas en el registro de riesgos, que se convierte en un componente del plan de gestión del trabajo de grado (sección 2.3.2). El registro de riesgos al final contiene los resultados de los demás procesos de gestión de riesgos a medida que se llevan a cabo, donde se describen los riesgos identificados, incluidas las causas y las asunciones inciertas del trabajo de grado. Cuando se listan los riesgos, se pueden identificar posibles causas y respuestas a un riesgo durante el proceso identificación de riesgos⁷³.

❖ **Planificación de la respuesta a los riesgos**

La planificación de la respuesta a los riesgos es el proceso de desarrollar opciones y determinar acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del trabajo de grado. Las respuestas a los riesgos planificadas deben ser congruentes con la importancia del riesgo, tener un costo efectivo en relación al desafío, ser aplicadas a su debido tiempo, ser realistas dentro del contexto del trabajo de grado, estar acordadas por todas las partes implicadas, y a cargo de una persona responsable. A menudo, es necesario seleccionar la mejor respuesta a los riesgos entre varias opciones⁷⁴.

❖ **Seguimiento y control de riesgos**

Las respuestas a los riesgos planificadas que están incluidas en el plan de gestión del trabajo de grado se ejecutan durante el ciclo de vida del proyecto, pero el trabajo del proyecto debe ser supervisado continuamente para detectar riesgos nuevos o riesgos que cambien. Es el proceso de identificar, analizar y planificar nuevos riesgos, realizar el seguimiento de los riesgos identificados y los que se encuentran en la lista de supervisión, volver a analizar los riesgos existentes, realizar el seguimiento de las condiciones que disparan los planes para contingencias, realizar el seguimiento de los riesgos residuales y revisar la ejecución de las respuestas a los riesgos mientras se evalúa su efectividad.

⁷³ *Ibíd.* Pág. 217.

⁷⁴ *Ibíd.* Pág. 260.

2.3.11. Gestión de las adquisiciones

La gestión de las adquisiciones incluye los procesos para comprar o adquirir los productos, servicios o resultados necesarios fuera del equipo de desarrolladores para realizar el trabajo de grado. Incluye los procesos de gestión del contrato para administrar contratos u órdenes de compra emitidas por los miembros del equipo del proyecto. También incluye la administración de cualquier contrato emitido por una organización externa (en caso que el trabajo de grado sea realizado para un ente externo a la universidad), y la administración de las obligaciones contractuales que corresponden al equipo del trabajo de grado en virtud del contrato⁷⁵.

Los procesos de gestión de las adquisiciones del proyecto incluyen lo siguiente:

❖ **Planificar las compras y adquisiciones**

El proceso planificar las compras y adquisiciones identifica qué necesidades del trabajo de grado se pueden satisfacer de mejor manera comprando o adquiriendo los productos o servicios, y qué necesidades pueden satisfacer los desarrolladores durante la ejecución del trabajo de grado. Este proceso implica considerar si es conveniente adquirir, qué y cuánto adquirir, cómo y cuándo hacerlo. El cronograma del trabajo de grado (sección 2.3.4) puede influir significativamente en este proceso. Las decisiones que se toman al desarrollar el plan de gestión de las adquisiciones también pueden influir en el cronograma del trabajo de grado, y están integradas con el desarrollo del cronograma (sección 2.3.4), la estimación de recursos de las actividades (sección 2.3.3) y las decisiones de fabricación propia o compra. El proceso planificar las compras y adquisiciones comprende la revisión de los riesgos involucrados en cada decisión de fabricación propia o compra; también incluye la revisión del tipo de contrato que se planea usar con respecto a mitigar los riesgos y transferir riesgos al proveedor. Entre las especificaciones que resultan de realizar este proceso, están⁷⁶:

⁷⁵ *Ibíd.* Pág. 269.

⁷⁶ *Ibíd.* Pág. 274.

❖ Plan de gestión de las adquisiciones

El plan de gestión de las adquisiciones describe cómo serán gestionados los procesos de adquisición, desde el desarrollo de la documentación de adquisición hasta el cierre del contrato. El plan de gestión de las adquisiciones puede incluir⁷⁷:

- Los tipos de contratos que serán usados.
- Quién preparará estimaciones independientes y si son necesarias como criterios de evaluación.
- Las acciones que los desarrolladores puede llevar a cabo por sí mismo.
- Documentos de adquisición estandarizados, si fueran necesarios.
- Coordinación de las adquisiciones con otros aspectos del Trabajo de Grado, como establecer el cronograma e informar el rendimiento.
- Gestión de múltiples proveedores.
- Restricciones y asunciones que podrían afectar a las compras y adquisiciones planificadas.
- Manejo de las decisiones de fabricación propia o compra.
- Determinación de las fechas planificadas en cada contrato para los productos entregables del Trabajo de Grado y coordinación con los procesos de desarrollo y control del cronograma.

❖ Decisiones de fabricación propia o compra

Son las decisiones documentadas acerca de productos, servicios o resultados del proyecto que serán adquiridos o desarrollados por el equipo del proyecto. Esto puede incluir decisiones para comprar pólizas de seguros o contratos de garantía de rendimiento con el fin de tratar algunos de los riesgos identificados. El documento de decisiones de fabricación propia o compra puede consistir simplemente en una lista que incluya una justificación breve de la decisión. Estas decisiones pueden ser iterativas a medida que las actividades de adquisición subsiguientes indiquen la necesidad de un enfoque diferente⁷⁸.

⁷⁷ *Ibíd.* Pág. 279.

⁷⁸ *Ibíd.* Pág. 280.

❖ **Administración de las compras y adquisiciones**

Tanto los desarrolladores del trabajo de grado como los proveedores administran el contrato con finalidades similares. Cada parte se asegura de que ambas partes cumplan con sus obligaciones contractuales y de que sus propios derechos legales se encuentren protegidos. El proceso administración del contrato asegura que el rendimiento de los proveedores cumplirá con los requisitos contractuales y que el comprador actuará conforme a los términos del contrato. En proyectos más grandes con varios proveedores de productos, servicios y resultados, un aspecto clave de la administración del contrato es gestionar las interfaces entre los diversos proveedores. La administración del contrato incluye la aplicación de los procesos de gestión de proyectos apropiados a las relaciones contractuales, y la integración de las salidas de estos procesos en el trabajo de grado. Los procesos de gestión de proyectos que se aplican incluyen, entre otros⁷⁹:

- Dirigir y gestionar la ejecución del trabajo de grado (sección 2.3.1) para autorizar el trabajo del contratista en el momento oportuno.
- Informar el rendimiento (sección 2.3.9) para supervisar el coste, el cronograma y el rendimiento técnico del contratista.
- Realizar control de calidad (sección 2.3.7) para inspeccionar y verificar la conformidad del producto del contratista.
- Control de cambios (sección 2.3.1) para asegurar que los cambios estén correctamente aprobados y que todas las personas que necesiten conocerlos estén enteradas de esos cambios.
- Seguimiento y control de riesgos (sección 2.3.10) para asegurar que se mitiguen los riesgos.

El proceso administración del contrato revisa y documenta cuál es o ha sido el rendimiento de los proveedores basándose en el contrato y en las acciones correctivas

⁷⁹ *Ibíd.* Pág. 290.

establecidas. Asimismo, el rendimiento se documenta como base para relaciones futuras con el proveedor. La evaluación del rendimiento del proveedor por parte del comprador se lleva a cabo principalmente para confirmar la competencia o incompetencia del proveedor. También se llevan a cabo evaluaciones similares cuando se debe confirmar que un proveedor no está cumpliendo con sus obligaciones contractuales, y cuando el comprador contempla la posibilidad de aplicar acciones correctivas⁸⁰.

❖ **Cierre del contrato**

El proceso cierre del contrato respalda al proceso cerrar trabajo de grado (sección 2.3.4), ya que incluye la verificación de que todo el trabajo y todos los productos entregables han sido aceptables. El proceso cierre del contrato también incluye actividades administrativas, como por ejemplo, actualización de registros para reflejar los resultados finales y archivo de dicha información para su uso en el futuro. El cierre del contrato aborda cada contrato aplicable al trabajo de grado o a una fase del mismo.

Cuando un contrato se cierra, los interesados en el trabajo de grado, entregan a los desarrolladores una notificación formal por escrito informándole que el contrato ha sido completado. Habitualmente, los requisitos para el cierre formal del contrato se definen en los términos del contrato, y si se hubiera preparado un plan de gestión del contrato, se incluirían en él.

⁸⁰ *Ibíd.*

3. GUÍA PARA EL DESARROLLO DE TRABAJOS DE GRADO

Como parte de la propuesta del trabajo de grado: diseño de un modelo para el desarrollo de trabajos de grado que determine la aplicabilidad y viabilidad para su implementación en los grupos de investigación de la escuela de ingenierías eléctrica, electrónica y telecomunicaciones, se propone como producto entregable la elaboración de un manual instructivo el cual contenga la metodología propuesta en la estructura conceptual (capítulo 2), la Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos PMBOK, El Instructivo para el Desarrollo de Planes de Gestión de Proyectos CIDLIS, instructivos y reglamentos para trabajos de grado, entre otros.

La guía para el desarrollo de trabajos de grado, se fundamenta en 2 fases. La primera fase, está compuesta en un plan de gestión del trabajo de grado, que es integrado por ocho planes subsidiarios los cuales son⁸¹:

- Plan de trabajo de grado
- Plan de gestión del alcance
- Plan de gestión del tiempo
- Plan de gestión de costos
- Plan de gestión de la calidad
- Plan de gestión del recurso humano

⁸¹ Instructivo para el Desarrollo de Planes de Gestión de Proyectos CIDLIS. Pág. 2.

- Plan de gestión de las comunicaciones
- Plan de gestión de riesgos
- Plan de gestión de las adquisiciones

La segunda fase, denominada “Desarrollo del Trabajo de Grado”, está compuesta por las siguientes etapas:

- Dirigir y gestionar la ejecución del trabajo de grado
- Supervisión y control del trabajo de grado
- Control de cambios
- Cierre del trabajo de grado

A continuación, se presentan de forma resumida las temáticas que se tratarán en el manual instructivo el cual será entregado como anexo a este trabajo de grado (ver anexo 6) y como documento independiente a la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones:

3.1. FASE I: PLAN DE TRABAJO DE GRADO

El plan de trabajo de grado, define la ejecución, supervisión y control del trabajo de grado donde se darán las orientaciones que le permitan al estudiante formular su proyecto hasta consolidar un plan de trabajo de acuerdo con la modalidad seleccionada, de manera que al finalizar la octava semana del semestre tenga definido su trabajo de grado. A continuación se presentan las etapas que lo conforman:

3.1.1. Especificaciones del trabajo de grado

❖ **Nombre del trabajo de grado**

Responde a la pregunta ¿Cómo se va a llamar el trabajo de grado? Para esto, es importante tener en cuenta⁸²:

- ¿Qué se va a hacer? – Se refiere al proceso que se realiza mediante el trabajo de grado.
- ¿Sobre qué? Se refiere al motivo sobre el cual recae el proceso.
- ¿Dónde? - Refiere a la localización del proyecto en un sitio geográfico o dependencia institucional.

❖ **Modalidad**

Consiste en seleccionar una de las nueve (9) modalidades según el acuerdo 004 de 2007 las cuales fueron tratadas en el capítulo 1⁸³.

❖ **Director**

La definición de director de trabajo de grado debe quedar establecida como máximo durante la segunda semana de clases del período académico⁸⁴.

❖ **Codirector**

❖ **Autores**

⁸² *Ibíd.* Pág. 4.

⁸³ Acuerdo No. 004 de 2007 emanado del Consejo Superior, Pág. 4.

⁸⁴ *Ibíd.* Pág. 3.

❖ **Entidades interesadas en el desarrollo del trabajo de grado**

Nombre de los interesados, ya sea un grupo de investigación, facultad, escuela, universidad, una empresa, etc.

❖ **Duración**

La duración del trabajo de grado se calcula en el plan de gestión del tiempo (sección 3.2.3).

❖ **Costo estimado**

El costo del trabajo de grado se calcula en el plan de gestión de costos (sección 3.2.4).

❖ **Objetivos**

Los objetivos son de dos tipos: general y específicos. El objetivo general describe la finalidad del trabajo de grado y los objetivos específicos definen los productos que se obtendrán con el desarrollo del plan de gestión de trabajo de grado.

Los objetivos deben formularse de manera concisa y detallada respondiendo a las siguientes preguntas⁸⁵:

- ¿Qué se pretende obtener con el trabajo de grado?
- ¿Cuáles son los resultados generales esperados?
- ¿Cuáles son los aportes del trabajo de grado en los diferentes aspectos (económicos, sociales, científicos, académicos, etc.)?

⁸⁵ Guía para elaboración y presentación de trabajos de grado. Escuela de finanzas y estudios internacionales. Fundación Universitaria San Martín. Pág. 9.

❖ **Alcance del trabajo de grado**

La finalidad del alcance del trabajo de grado es la descripción de los temas del trabajo de grado que van a ser desarrollados y hasta qué punto. En caso que el trabajo de grado, tenga varias fases, el alcance especifica cuales van a ser trabajadas en el plan de gestión.

El alcance del trabajo de grado es una síntesis del plan de gestión del alcance presentado en la sección 3.2.2.

❖ **Antecedentes**

Los antecedentes son aquellas referencias o puntos de partida los cuales existen antes de haberse planteado el trabajo de grado. Los conocimientos previos que se tengan sobre el tema, o bien, si el tema ha sido trabajado anteriormente en la universidad o en otra parte y se conocen resultados de dicho desarrollo, son un buen punto de partida por tanto, es importante señalarlos y explicar las razones por las cuales debería profundizarse sobre la temática.

❖ **Planteamiento del problema**

La definición del problema y la identificación de todos los elementos que lo conforman son fundamentales para el planteamiento de soluciones. Es el resultado del análisis de la información contenida en el marco teórico y el conocimiento del problema mismo. Si el problema no está completamente definido o se define erróneamente, se corre el riesgo de presentar un plan de trabajo mal fundamentado o ambiguo.

La definición del problema es básicamente un proceso de conceptualización o abstracción en el cual se deben comprender los diferentes elementos básicos de la situación o sistema actual, con el objeto de identificar o diagnosticar las causas o raíces de los problemas y plantear una solución⁸⁶.

⁸⁶ Ídem.

❖ **Justificación del trabajo de grado**

La justificación del trabajo de grado es aquella que permite demostrar la necesidad de que se haga el trabajo de grado que se está proponiendo. Una técnica para lograr este cometido consiste en plantear el sistema o situación presente, y proceder a compararlo con el sistema o la situación ideal y/o deseada.

La justificación del problema, y el planteamiento de nuevas y/o mejores formas de resolverlo satisfaciendo los requerimientos planteados integran un proceso creativo en donde la innovación es un componente fundamental.

❖ **Impacto social y viabilidad del trabajo de grado**

Determina hacia qué sectores va dirigido y en qué medida afecta a los interesados en el trabajo de grado, así como la posible afectación a terceros o al medio ambiente en caso de que así pueda ocurrir en el desarrollo del trabajo de grado.

❖ **Marco teórico**

La presentación de un trabajo de grado requiere de un estudio importante sobre el tema, el cual se ha basado en el análisis de una bibliografía o referencias sobre el mismo. Las referencias más importantes deberán incluirse en el plan de trabajo de grado.

❖ **Metodología**

La descripción de la metodología debe mostrar, de forma organizada, el procedimiento que describa la manera o las técnicas a utilizar para alcanzar los objetivos planteados. Por tanto, se debe efectuar una descripción detallada de los recursos y técnicas que se utilizarán para lograr este propósito⁸⁷.

⁸⁷ Ídem.

❖ **Plan de trabajo**

En esta sección el estudiante debe responder a la pregunta ¿Cómo obtendrá la solución del problema tratado? Para este fin planteará los métodos, describirá las herramientas y técnicas, o detallará los procedimientos que empleará para lograr la solución y por lo tanto, los objetivos propuestos.

❖ **Resultados esperados**

Están relacionados con los objetivos del trabajo de grado; cabe resaltar que acá no se efectúa una reformulación de éstos, sino que los resultados esperados corresponden a los productos que se obtendrán luego de realizar la investigación. Éstos pueden ser conocimiento, información, bienes, propuestas, prototipos, procedimientos, etc.⁸⁸.

❖ **Cronograma de actividades**

El estudiante debe plantear en esta sección los pasos para lograr en función del tiempo, los objetivos del trabajo de grado. Estos pasos los presentará planteando las actividades principales en que puede dividir el trabajo y la relación entre aquellas. El cronograma de actividades es un producto del plan de gestión del tiempo (sección 3.2.3).

❖ **Presupuesto**

El estudiante deberá indicar los recursos necesarios para el desarrollo del proyecto, especificando los que serán proporcionados por la universidad, por las entidades interesadas, fuentes de financiación externas y él mismo⁸⁹. El presupuesto es un producto del plan de gestión de costos (sección 3.2.4).

⁸⁸ *Ibíd.* Pág. 15.

⁸⁹ *Ibíd.* Pág. 14.

❖ **Referencias Bibliográficas**

La presentación de un trabajo de grado requiere de un estudio importante sobre el tema, el cual se ha basado en el análisis de una bibliografía o referencias sobre el mismo, por ende, esta debe ser consignada en el documento.

❖ **Anexos**

El estudiante podrá anexar en el plan de trabajo de grado, el material de soporte que considere refuerza el enfoque, métodos, justificación o antecedentes sobre el tema del trabajo de grado. Entre los anexos, deben estar el plan de gestión del alcance, del tiempo, de costos, de calidad, de recurso humano, de comunicaciones, de riesgos y de adquisiciones, entre otros.

3.1.2. Plan de gestión del alcance (PGA)

❖ **Introducción**

Describe el contenido general de un plan de gestión de alcance y la finalidad de éste en el trabajo de grado.

❖ **Alcance del PGA**

Busca aclarar que actividades, fases o productos son tratados el plan de gestión de alcance, las cuales son complemento de las mencionadas en el alcance del trabajo de grado (sección 3.1.1).

❖ **Objetivos del PGA**

Se toma como referencia los objetivos descritos en la guía de los fundamentos de la dirección de proyectos, los cuales se mencionan a continuación⁹⁰:

⁹⁰ Instructivo para el Desarrollo de Planes de Gestión de Proyectos CIDLIS. Pág. 5.

- Crear la estructura de descomposición del trabajo (EDT) y su respectivo diccionario.
- Establecer los criterios de aceptación de los productos entregables completados del trabajo de grado y definir la herramienta para realizar el control del alcance del proyecto durante todo el ciclo de vida.
- Incluir los procesos necesarios para asegurar que el trabajo de grado contemple el trabajo requerido para su finalización.

❖ **Definición del alcance**

Para desarrollar un correcto alcance del trabajo de grado, el cual se presenta en primera instancia en la sección 3.1.1, es importante desarrollar cada uno de los pasos que se presentan a continuación; ya que una correcta elaboración del alcance previene problemas en la planeación, ejecución y control en el tiempo, los costos, la calidad, los riesgos, las adquisiciones, las comunicaciones y los recursos humanos.

❖ **Enunciado del alcance del trabajo de grado**

Describe de forma más precisa el alcance para el cual se está desarrollando el trabajo de grado. Incluye las principales actividades que se van a desarrollar en el trabajo de grado y el esfuerzo necesario para cumplirlas.

❖ **Objetivos del trabajo de grado**

El objetivo general describe la finalidad del trabajo de grado y los objetivos específicos definen que productos se obtendrán con el desarrollo del plan de gestión de trabajo de grado. Pueden ser de costos, cronograma, calidad y técnicos, entre otros, dependiendo del trabajo de grado que se esté realizando.

❖ **Requisitos del trabajo de grado**

Se especifica en esta sección:

- Las condiciones que se deben cumplir.
- Las capacidades que deben tener los productos entregables para satisfacer los requisitos dados a la hora de iniciar el trabajo de grado.
- Las exigencias de los interesados son requisitos del que se deben cumplir en el trabajo de grado.

❖ **Límites del trabajo de grado**

Se deben especificar las actividades y productos que se van a realizar y entregar en el trabajo de grado, así como aquellas que van a quedar excluido del mismo.

❖ **Restricciones del trabajo de grado**

Son las limitaciones dadas al trabajo de grado. Por ejemplo, si se firma una cláusula de confidencialidad, se fundamenta el hecho de que no se pueden divulgar los resultados del trabajo de grado, por tanto, esta es una restricción que debe ser estipulada para dejar en evidencia la justificación necesaria y suficiente para no realizar la divulgación, y así en este caso, evitar futuros inconvenientes a la hora de evaluar y consultar el trabajo realizado.

❖ **Especificaciones del trabajo de grado**

Identifica aquellos documentos donde se detallan las especificaciones que deberán ser cumplidas por el desarrollo y los productos entregables del proyecto⁹¹.

⁹¹ Ídem.

❖ **Productos entregables del trabajo de grado**

En esta sección, se debe hacer una especificación de los productos entregables del trabajo de grado incluyendo las características principales de los productos y criterios de aceptación.

❖ **Estructura de división del trabajo (EDT)**

EDT es la desagregación y organización de las actividades, eventos y/o tareas por fase. Organiza y define el alcance total del trabajo de grado, subdivide las actividades en porciones de trabajo más pequeñas y fáciles de manejar, donde cada nivel descendente representa una definición cada vez más detallada del trabajo de grado (ver ejemplo sección 2.3.2).

Indicaciones: realice la desagregación de acciones asociadas a cada fase, incluya todo lo que necesite hacerse en cada fase para cumplir con los productos y/o servicios que se encierran dentro de ella, siempre bajo el referente de satisfacer los resultados finales del proyecto⁹².

❖ **Diccionario de la EDT**

El diccionario de la EDT es un documento que acompaña a la EDT. El contenido detallado de los componentes que se incluyen en una EDT, pueden describirse en el diccionario de la EDT. Para cada componente, el diccionario incluye un identificador de código, un enunciado de trabajo, la organización responsable e información sobre contratos, requisitos de calidad y referencias técnicas.

⁹² *Ibíd.* Pág. 7

3.1.3. Plan de gestión de tiempo (PGT)

❖ **Introducción**

En los trabajos de grado, la gestión del tiempo incluye aquellos procesos buscan la conclusión del proyecto en los plazos y tiempos determinados. Aquí se describe el contenido general de un plan de gestión del tiempo y la finalidad de éste en el trabajo de grado.

❖ **Alcance del PGT**

Describe de forma más completa la duración estimada para el cual se está desarrollando el trabajo de grado (sección 3.1.1). Incluye actividades generales, fases o subproyectos que se van a desarrollar en el trabajo de grado y el esfuerzo necesario para cumplirlas. Incluye los procesos necesarios para lograr la conclusión del trabajo de grado creando una la línea de tiempo base de seguimiento de las actividades.

❖ **Objetivos del PGT**

Los objetivos establecidos para cualquier PGT son los siguientes⁹³:

- Definir el listado de actividades del trabajo de grado.
- Establecer la secuencia de actividades.
- Definir los responsables para cada actividad del trabajo de grado y la metodología para realizar la estimación de la duración de actividades y obtener los valores correspondientes.
- Elaborar el cronograma, que constituya la línea base de seguimiento a las actividades del trabajo de grado.

⁹³ *Ibíd.* Pág. 9.

❖ **Relación de actividades, estimaciones de tiempo y responsables**

Para presentar la relación de actividades, estimaciones de tiempo y responsables, es importante escoger en primera instancia, una técnica que permita calcular la estimación de las actividades, dependiendo de las necesidades y de los datos históricos recogidos de experiencias de otros trabajos de grado. En la sección 2.3.3, se presentan ejemplos de diagramas que pueden ser utilizados para desarrollar el cronograma de actividades.

3.1.4. Plan de gestión de costos (PGC)

❖ **Introducción**

La gestión de costos del trabajo de grado describe el contenido general de un plan de gestión de costos y la finalidad de éste en el trabajo de grado. Incluye los procesos involucrados en la planificación, estimación, preparación del presupuesto y control de costos de forma que el trabajo de grado se pueda completar dentro del presupuesto aprobado.

❖ **Alcance del PGC**

La gestión de costos busca completar el trabajo de grado con los costos establecidos por medio de la gestión de los recursos necesarios para completar las actividades planteadas en el cronograma de actividades. El valor total de trabajo de grado, debe ser acorde con el expuesto en el costo estimado (sección 3.1.1).

❖ **Objetivos del PGC**

El PGC debe cumplir con los siguientes objetivos⁹⁴:

⁹⁴ *Ibíd.* Pág.11.

- Estimar los costos de los recursos asignados a cada actividad y el presupuesto del trabajo de grado.
- Definir la metodología para realizar el seguimiento y control a los costos del trabajo de grado.

❖ **Estimación de costos**

La estimación de costos de una actividad es una evaluación cuantitativa de los costos probables de los recursos necesarios para completar las actividades del cronograma. Los costos se estiman para todos los recursos que se aplican a la realización de la actividad. Esto incluye, entre otros, la mano de obra, los materiales, los equipos, los servicios, las instalaciones, la tecnología de la información, y categorías especiales como una asignación por inflación o una reserva para contingencias de costo.

3.1.5. Plan de gestión de calidad (PGQ)

❖ **Introducción**

Los procesos de gestión de la calidad incluyen aquellas actividades que determinan las políticas, los objetivos y las responsabilidades de las partes que intervienen en el trabajo de grado relativos a la calidad a fin que el proyecto satisfaga las necesidades por las cuales se emprendió. Describe el contenido general de un plan de gestión de calidad y la finalidad de éste en el trabajo de grado.

❖ **Alcance del PGQ**

Un plan de gestión de calidad busca la mejora continua de los procesos que intervienen durante el desarrollo del trabajo de grado a través de la política, los procedimientos y los procesos de aseguramiento de calidad al inicio del trabajo de grado (por ejemplo un grupo de investigación el cual tenga especificación de requisitos para los productos entregados en los trabajos de grado). Un plan de gestión de de calidad debe incluir un seguimiento a

la calidad en el proceso y a la calidad en el producto. Es importante aclarar que actividades, fases o productos son tratados el plan de gestión de calidad, sean complemento de las mencionadas en el alcance del trabajo de grado (sección 3.1.1).

❖ **Objetivos del PGQ**

Se mencionan a continuación algunos objetivos descritos en la guía de los fundamentos de la dirección de proyectos para un plan de gestión de calidad⁹⁵:

- Identificar las normas de calidad que son relevantes para el desarrollo de los entregables del trabajo de grado.
- Identificar, planificar y aplicar las actividades que apliquen al desarrollo del trabajo de grado.
- Definir los indicadores de calidad aplicables al desarrollo del trabajo de grado.

❖ **Aseguramiento de la calidad**

Dividida en 2 partes: la primera consiste en seleccionar los criterios de calidad para relacionar todos los procesos que aplican a las actividades del trabajo de grado; la segunda consiste en seleccionar los mecanismos para asegurar la calidad respondiendo las siguientes preguntas:

- ¿Cómo se hacen cambios a los procesos del trabajo de grado?
- ¿Cómo se integran los cambios al trabajo de grado?
- Para el caso de auditorías, ¿cuándo se van a hacer?

⁹⁵ *Ibíd.* Pág.12.

❖ **Control de la calidad**

Para desarrollar el control de calidad a un trabajo de grado se desarrolla creando una lista de chequeo que refleje los criterios de calidad de los productos que se van a desarrollar, describiendo tipo de revisiones que se van a realizar a lo largo del trabajo de grado para determinar que los productos entregables del proyecto cumplen con los objetivos de calidad propuestos. En el caso de trabajos de grado que impliquen el desarrollo de hardware o software, se deben definir las pruebas que se van a aplicar para verificar la calidad del producto.

3.1.6. Plan de gestión de recurso humano (PGRC)

❖ **Introducción**

La gestión del recurso humano incluye los procesos que organizan y dirigen los desarrolladores del trabajo de grado; está compuesto por las personas a quienes se les han asignado roles y responsabilidades para concluirlo y describe el contenido general de un plan de gestión del recurso humano y la finalidad de éste en el trabajo de grado.

❖ **Alcance del PGRH**

El plan de gestión de recurso humano incluye los procesos que organizan y dirigen el equipo del trabajo de grado el cual está compuesto por las personas a quienes se les han asignado roles y responsabilidades.

❖ **Objetivos del PGRH**

Todo plan de gestión de recurso humano debe cumplir con los siguientes objetivos⁹⁶:

- Definir el organigrama del trabajo de grado.

⁹⁶ *Ibíd.* Pág. 14.

- Identificar los requerimientos de personal del trabajo de grado.
- Definir los roles y funciones de las personas que participarán en el desarrollo del trabajo de grado.

❖ **Organigrama del Trabajo de Grado**

Se debe elaborar el organigrama del proyecto, el cual es una representación gráfica de los miembros del equipo del trabajo de grado. Puede ser formal o informal, muy detallado o ampliamente esbozado, dependiendo de las necesidades del trabajo de grado.

❖ **Distribución de Recursos Humanos por Actividad**

El objetivo de esta práctica es especificar las actividades que deben ser realizadas por las distintas personas que conforman el trabajo de grado (desde el director de trabajo de grado, hasta los calificadores).

3.1.7. Plan de gestión de comunicaciones (PGM)

❖ **Introducción**

La gestión de las comunicaciones incluye los procesos necesarios para asegurar la generación, recogida, distribución, almacenamiento, recuperación y destino final de la información del trabajo de grado. Los procesos de gestión de las comunicaciones proporcionan los enlaces cruciales entre las personas y la información, necesarios para unas comunicaciones exitosas.

❖ **Alcance del PGM**

El plan de gestión de comunicaciones incluye los procesos necesarios para asegurar generación, captura, almacenamiento, recuperación y destino final de la información del

proyecto en tiempo y forma. El PGM define los medios disponibles y los canales adecuados entre las personas y la información para lograr una comunicación exitosa⁹⁷.

❖ **Objetivos del PGM**

Entre los objetivos del PGM, se encuentran⁹⁸:

- Establecer los requisitos de comunicaciones de los interesados.
- Determinar la información que debe ser comunicada, incluidos formato, contenido y nivel de detalle y la persona responsable de comunicar la información y persona o grupos que recibirán la información.
- Establecer métodos o tecnologías usadas para transmitir la información, como memorandos, correo electrónico y / o comunicados de prensa y su frecuencia de comunicación, por ejemplo, semanal.
- Definir el método para actualizar y refinar el plan de gestión de las comunicaciones a medida que el proyecto avanza y se desarrolla.
- Elaborar el glosario de terminología común.

❖ **Medios de Comunicación Disponibles**

En esta sección se describen los medios de comunicación disponibles y necesarios para la realización y divulgación del trabajo de grado, así como se estipula el tiempo de disponibilidad y el personal autorizado para el manejo y divulgación de la información a los medios detallados.

⁹⁷ *Ibíd.* Pág.16.

⁹⁸ *Ibíd.*

❖ **Gestión de las Comunicaciones**

En esta sección se enumeran los indicadores que serán considerados para el seguimiento del PCM del trabajo de grado. Cada indicador planteado debe incluir la siguiente información:

- Nombre del indicador
- Objetivo
- Descripción del Indicador
- Forma de cálculo – cómo se determina el Indicador
- Periodicidad – tiempo de vigencia del Indicador
- Fuente de información – de dónde se obtuvo el indicador
- Forma de recolección de los datos
- Responsable

Con base en los indicadores establecidos, se debe crear una ficha técnica de los indicadores del plan de gestión de comunicaciones, donde se describa la información básica de cada indicador y que a la vez funcione como una herramienta de recolección de datos.

3.1.8. Plan de gestión de riesgos (PGR)

❖ **Introducción**

La gestión de los riesgos incluye los procesos relacionados con la planificación de la gestión, identificación y el análisis de riesgos, respuestas a los riesgos, y el seguimiento y control de riesgos del trabajo de grado; los objetivos de la gestión de los riesgos son aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos adversos para el trabajo de grado. Describe el contenido general de un plan de gestión de riesgos y la finalidad de éste en el trabajo de grado.

❖ **Alcance del PGR**

El PGR hace referencia a la identificación y análisis de riesgos, las respuestas, el seguimiento y control los riesgos aumentando la probabilidad y el impacto de los eventos positivos y disminuyendo la probabilidad y el impacto de los eventos adversos en el trabajo de grado.

❖ **Objetivos del PGR**

Entre los objetivos que se pueden plantear para el PGR, están⁹⁹:

- Elaborar planes de mitigación de riesgos para disminuir la probabilidad y el impacto de la ocurrencia de eventos adversos para el trabajo de grado.
- Identificar los riesgos y definir la metodología para identificar, clasificar, medir y responder a los riesgos del trabajo de grado.
- Definir la metodología para realizar el seguimiento y control a los riesgos de trabajo de grado y actualizar el plan inicial.

❖ **Identificación de los riesgos**

En esta sección, se deben listar los riesgos que pueden afectar el correcto desempeño del trabajo de grado. Es importante que al identificarse los riesgos, se proceda a identificar sus posibles causas y establecer la respuesta a los riesgos estipulados para ser contrarrestados.

⁹⁹ *Ibíd.* Pág.17.

3.1.9. Plan de gestión de adquisiciones (PGD)

❖ **Introducción**

El PGD describe el contenido general de un plan de gestión de adquisiciones y la finalidad de éste en el trabajo de grado.

❖ **Alcance del PGD**

El PGD hace referencia a la compra o adquisición de productos, servicios o resultados necesarios fuera del equipo del trabajo de grado para poder realizarlo.

❖ **Objetivos del PGD**

Entre los objetivos que se pueden plantear para el PGD, están¹⁰⁰:

- Elaborar el listado de adquisiciones que requiere el trabajo de grado.
- Definir la metodología para la selección de proveedores y contratistas.
- Determinar el proceso de administración y cierre de las contrataciones realizadas para adquisiciones.

❖ **Metodología de selección de proveedores**

En esta sección, se describen los criterios que se tomaron a la hora de escoger a los proveedores para la adquisición de un producto o servicio.

❖ **Forma de administración y cierre de contrataciones para adquisiciones**

Para esta sección, se describe el proceso o metodología de administración de las adquisiciones del trabajo de grado. Un mecanismo para llevar esta administración

¹⁰⁰ *Ibíd.* Pág.19.

consiste en el levantamiento de un acta de inicio cada vez que un producto es adquirido, y de elaborar un acta de cierre cada vez que un producto sea entregado o que un servicio sea ejecutado a satisfacción.

3.2. FASE II: DESARROLLAR EL TRABAJO DE GRADO

La fase desarrollar el trabajo de grado, comienza en el momento en que se entrega el plan de trabajo de grado y sus planes subsidiarios. Comprende el proceso de ejecución, seguimiento y control de las actividades siguiendo como marco de referencia los planes subsidiarios al plan de trabajo de grado hasta su ejecución. En esta guía, se presenta un seguimiento en todo momento de los calificadores del trabajo de grado, dado que ellos, como evaluadores, son los que más deben estar implicados en la ejecución del mismo ya que su rol es el de verificar que los requisitos planteados en el plan de trabajo de grado se cumplan.

El trabajo de grado II (Código 20001), finaliza cuando se entrega el informe o tesis de grado, se cierran los acuerdos y compromisos adquiridos y se entregan los productos especificados en el plan de trabajo de grado. A continuación se presenta las etapas que lo conforman:

3.2.1. Dirigir y gestionar la ejecución del trabajo de grado

En esta etapa, el trabajo de grado representa su verdadera ejecución basada en los elementos que entrega el plan de trabajo de grado; se adelantan las actividades planificadas, con las metodologías y criterios de calidad propuestos para lograr una correcta ejecución. Es importante recordar que en el recurso humano, las personas que lo conforman, son los artífices del trabajo de grado. Requiere que el equipo de dirección del trabajo de grado junto con los desarrolladores, realicen varias acciones para ejecutar el

plan de trabajo de grado y así cumplir con las actividades y metas definidas en el enunciado del alcance del proyecto. Algunas de esas acciones son¹⁰¹:

- Realizar actividades para cumplir con los objetivos del trabajo de grado.
- Implementar los métodos y normas planificados.
- Realizar esfuerzos e invertir fondos para cumplir con los objetivos del trabajo de grado.
- Obtener, gestionar y utilizar recursos, incluidos los materiales, herramientas, equipos e instalaciones.
- Crear, controlar, verificar y validar los productos entregables del trabajo de grado.
- Gestionar los riesgos e implementar actividades de respuesta al riesgo.
- Establecer y gestionar los canales de comunicación del trabajo de grado, tanto externos como internos al equipo de trabajo.

Como medio de información y de seguimiento entre los diferentes grupos que conforman el equipo del trabajo de grado (director, codirectores, desarrolladores, interesados y calificadores), planeados en el plan de gestión de las comunicaciones (sección 3.1.7), entre los informes de avance del trabajo de grado se incluyen:

❖ **Productos entregables**

Un producto entregable es cualquier producto, resultado o capacidad única y verificable para prestar un servicio identificado plan de trabajo de grado, y debe producirse y suministrarse para completar el trabajo de grado¹⁰². En la metodología planteada en esta

¹⁰¹ PMBOOK. Pág. 91.

¹⁰² *Ibíd.* Pág. 93.

guía, los productos entregables son los mencionados en el plan de gestión del alcance (sección 3.1.2).

❖ **Cambios solicitados**

Los cambios solicitados son utilizados para ampliar o reducir el alcance, modificar políticas o procedimientos, modificar el costo o el presupuesto, o para revisar el cronograma del trabajo de grado, a menudo son identificados mientras se realiza el desarrollo cada una de las fases del plan de trabajo de grado. Las solicitudes de cambio pueden hacerse directa o indirectamente y pueden tener carácter obligatorio u opcional¹⁰³.

Es importante en esta etapa, resaltar la labor de los calificadores del trabajo de grado, dado que ellos hacen observaciones, se plantean mejoras y se realizan correcciones referentes en primera instancia al plan de trabajo de grado y luego, a cada uno de los productos entregables que van surgió de cada una de las etapas del trabajo de grado.

❖ **Cambios implementados**

Hace referencia a determinar los cambios solicitados que fueron implementados así como los no implementados, acompañado de una argumentación que justifique la implementación o no implementación de cada uno de los cambios.

❖ **Acciones preventivas**

Hace referencia a determinar los mecanismos que permitan evitar incurrir en los errores anteriormente corregidos.

❖ **Información sobre el rendimiento del trabajo**

En esta etapa, se recopila información sobre el estado de las actividades del proyecto que se están llevando a cabo para cumplir con el trabajo de grado; fundamentada en la realización de seguimiento activo entre cada una de las fases por parte de los

¹⁰³ *Ibíd.*

calificadores y por tanto, es necesario mantener una constante comunicación entre desarrolladores, director/codirectores e interesados en el trabajo de grado. Esta información incluye, entre otros¹⁰⁴:

- Avance del cronograma que muestra información sobre el estado de situación.
- Productos entregables que han sido completados y aquellos que no han sido completados.
- Actividades del cronograma que se han iniciado y aquellas que se han finalizado.
- Alcance del cumplimiento de los estándares de calidad.
- Costos establecidos e incurridos.
- Estimaciones hasta la conclusión de las actividades del cronograma que se han iniciado.
- Porcentaje completado de las actividades del cronograma en desarrollo.
- Lecciones aprendidas y documentadas que se registran en la base de conocimientos de lecciones aprendidas.

3.2.2. Seguimiento y control del trabajo de grado

Seguir y controlar el trabajo de grado implica supervisar los procesos relacionados con el inicio, la planificación, la ejecución y el cierre. Se adoptan acciones correctivas o preventivas para controlar el rendimiento del trabajo de grado. La supervisión incluye la recolección, medición y difusión de información sobre el rendimiento, y la evaluación de las mediciones y tendencias para llevar a efecto las mejoras del proceso. Esta supervisión

¹⁰⁴ *Ibíd.* Pág.94.

continúa le proporciona a los desarrolladores e interesados una idea acerca del estado del trabajo de grado e identifica cualquier área que necesite más atención.

Al hablar de *seguimiento*, se hace referencia a la tarea de acompañamiento continuo del avance de las diversas actividades del trabajo de grado, a través de una adecuada supervisión. Pero desde luego, sin ir en contra de la delegación de funciones y de la necesaria autonomía científica y técnica de los desarrolladores del trabajo de grado.

El *control* se deja establecido al realizar la planeación, para ser ejercido en puntos críticos¹⁰⁵ del avance del trabajo de grado, haciendo una especie de “alto en el camino”, con el fin de comparar lo realizado con lo planeado, el desempeño real, para implementar ajustes o cambios para la acción siguiente.

Entre los objetivos encaminados a seguir y controlar el trabajo de grado están:

- Comparar el rendimiento real del trabajo de grado con el plan de gestión del trabajo de grado.
- Evaluar el rendimiento para determinar si está indicado algún tipo de acción correctiva o preventiva, y luego recomendar dichas acciones cuando sea necesario.
- Analizar, efectuar el seguimiento y supervisar los riesgos del trabajo de grado para asegurarse de que los riesgos se identifican, se informa sobre su estado y se están ejecutando los planes de respuesta al riesgo adecuados.
- Mantener una base de información precisa y actualizada en lo que respecta a los productos del trabajo de grado y a su documentación relacionada, hasta su conclusión.

¹⁰⁵ Los puntos críticos pueden ser al finalizar etapas o actividades que nos producen resultados concretos.

- Proporcionar información para respaldar el informe del estado de situación, la medición del avance y las proyecciones.
- Suministrar proyecciones para actualizar la información del coste actual y del cronograma actual.
- Supervisar la implementación de los cambios aprobados cuando y a medida que éstos se produzcan.

Como medio de información y de seguimiento entre los diferentes grupos que conforman el equipo del trabajo de grado (director, codirectores, desarrolladores, interesados y calificadores), planeados en el plan de gestión de las comunicaciones (sección 3.1.7), entre los informes de seguimiento y control del trabajo de grado se incluyen:

❖ **Acciones correctivas**

Las acciones correctivas son recomendaciones documentadas encaminadas para que el rendimiento esperado en el futuro cumpla con el plan de gestión del trabajo de grado.

❖ **Acciones preventivas**

Las acciones preventivas son recomendaciones documentadas encaminadas a reducir la probabilidad de que se produzcan consecuencias negativas debidas a los riesgos.

❖ **Proyecciones**

Las proyecciones incluyen estimaciones o predicciones de condiciones y eventos futuros para el trabajo de grado, basados en la información y el conocimiento disponible en el momento de la proyección. Las proyecciones se actualizan y se vuelven a emitir basándose en la información sobre el rendimiento del trabajo que se proporciona a medida que se ejecuta el trabajo de grado. Esta información se refiere al rendimiento pasado del proyecto que podría afectar al trabajo de grado en el futuro; por ejemplo, la estimación a la conclusión y la estimación hasta la conclusión.

3.2.3. Control de cambios

El control de cambios se realiza desde el inicio hasta finalizar el trabajo de grado y es necesario dado que raramente se desarrollan exactamente según los lineamientos dados en el plan trabajo de grado. El plan de trabajo de grado, el alcance y los productos entregables deben mantenerse actualizados mediante una gestión cuidadosa y continua de los cambios. El control de cambios incluye las siguientes actividades, con diferentes niveles de detalle, basándose en el grado de ejecución del trabajo de grado¹⁰⁶:

- Identificar que debe producirse un cambio o que ya se ha producido.
- Revisar y aprobar los cambios solicitados.
- Influir sobre los factores que podrían sortear el control integrado de cambios, de forma que solamente se implementen los cambios aprobados.
- Gestionar los cambios aprobados cuando y a medida que se produzcan, mediante la regulación del flujo de cambios solicitados.
- Controlar y actualizar los requisitos del alcance, costo, presupuesto, cronograma y calidad basándose en los cambios aprobados, mediante la coordinación de cambios durante todo el trabajo de grado.
- Documentar el impacto total de los cambios solicitados.
- Validar la reparación de defectos.
- Controlar la calidad del trabajo de grado según las normas, sobre la base del plan de calidad (sección 3.1.5).

¹⁰⁶ *Ibíd.* Pág. 96

La aplicación del sistema de gestión en todo el trabajo de grado, incluidos los procesos de control de cambios, cumple tres objetivos principales¹⁰⁷:

- Establecer un método evolutivo para identificar y solicitar de forma consistente cambios en las líneas base establecidas, y para evaluar el valor y la efectividad de esos cambios.
- Proporcionar oportunidades para validar y mejorar el trabajo de grado de forma continua, teniendo en cuenta el impacto de cada cambio.
- Proporcionar el mecanismo para que el equipo del trabajo de grado comunique de forma sistemática todos los cambios a los interesados.

Como medio de información y de seguimiento entre los diferentes grupos que conforman el equipo del trabajo de grado (director, codirectores, desarrolladores, interesados y calificadores), planeados en el plan de gestión de las comunicaciones (sección 4.2.7), entre los informes del control de cambios, se incluyen:

❖ **Solicitudes de cambio aprobadas y rechazadas**

Los cambios solicitados son utilizados para ampliar o reducir el alcance, modificar políticas o procedimientos, modificar el costo o el presupuesto, o para revisar el cronograma del trabajo de grado, a menudo son identificados mientras se realiza el desarrollo cada una de las fases del plan de trabajo de grado.

❖ **Actualizaciones al plan de gestión del trabajo de grado y sus planes subsidiarios**

Al presentarse cambios, es importante identificar la fase a la cual es necesario implementar el cambio.

¹⁰⁷ *Ibíd.* Pág. 97.

❖ **Acciones correctivas**

Las acciones correctivas son recomendaciones documentadas necesarias para hacer que el rendimiento futuro esperado cumpla con el plan de gestión del trabajo de grado.

❖ **Acciones preventivas**

Las acciones preventivas son recomendaciones documentadas que reducen la probabilidad de que se produzcan consecuencias negativas relacionadas con los riesgos del trabajo de grado.

❖ **Productos entregables**

Los lineamientos para la entrega de los productos entregables se modifican a medida que es necesario implementar cambios en el plan de gestión del alcance del trabajo de grado.

3.2.4. Cierre del trabajo de grado

El cierre del trabajo de grado ocurre cuando se llega a la finalización por cumplimiento de las actividades y productos programados, conforme al logro de resultados específicos, dentro de los plazos previamente acordados y según los términos de referencia aprobados conjuntamente. La materialización de la conclusión del trabajo de grado se cumple con la preparación, presentación y sustentación de los informes finales del trabajo de grado, con la debida recepción y aprobación por quien corresponda, según la naturaleza y modalidad del trabajo de grado.

Para la presentación de los informes finales, debemos tener en cuenta dos connotaciones: una de presentación editorial (libro) y, la otra, de presentación ante la institución o instituciones patrocinadoras, con la correspondiente sustentación, conducentes a alcanzar su aprobación y su recepción a satisfacción, para declarar real y legalmente finalizado el trabajo de grado. Entre las actividades y procesos que se deben tener en cuenta a la hora de realizar el cierre del trabajo de grado, están:

❖ **Cierre Administrativo del Trabajo de Grado**

Este procedimiento comprende todas las actividades, roles y responsabilidades relacionados de los miembros del equipo del trabajo de grado involucrados en la ejecución del procedimiento de cierre administrativo donde se desarrollan y establecen los procedimientos para transferir los productos entregables del proyecto. Este procedimiento suministra una metodología que comprende¹⁰⁸:

- Acciones y actividades para definir los requisitos de aprobación de los interesados para los cambios y aprobación de los productos entregables.
- Acciones y actividades necesarias para confirmar que el trabajo de grado ha cumplido con todos los requisitos de los calificadores, del director, de los codirectores y los interesados; así como para verificar que se han suministrado y aceptado todos los productos entregables, y encaminadas a validar que se ha cumplido con los criterios de conclusión y salida del mismo.
- Acciones y actividades necesarias para cumplir con los criterios de conclusión o salida del trabajo de grado.

❖ **Cierre del contrato y los acuerdos adquiridos**

Este procedimiento se desarrolla para proporcionar una metodología paso a paso que aborde los términos y condiciones de los contratos y acuerdos (en caso de que el trabajo de grado lo hubiese requerido) y todos los criterios de conclusión o salida requeridos para el cierre del mismo.

❖ **Producto, servicio o resultado final**

Incluye la tesis de grado y los productos entregables. Hace referencia a la aceptación formal y entrega del producto, servicio o resultado final que el trabajo de grado estaba

¹⁰⁸ *Ibíd.* Pág.101.

autorizado a producir. La aceptación incluye la recepción de una declaración formal en la que se establece que se ha cumplido con los términos del contrato¹⁰⁹.

❖ **Documentación final**

Entre la documentación final del trabajo de grado, se debe tener:

- Documentación de aceptación formal. Consiste en la confirmación formal de que se cumple con las especificaciones dadas en el plan de trabajo de grado por parte del director, codirectores, calificadores e interesados, estableciendo que se ha cumplido con los requisitos y las especificaciones o resultado del proyecto. Este documento indica formalmente que se han aceptado oficialmente los productos entregables.
- Archivos del trabajo de grado. Documentación que resulta de las actividades del proyecto; este documento incluye entre otros, el plan de trabajo de grado, el alcance, costos, cronograma, los estándares de calidad utilizados, etc.
- Información histórica. La información histórica y la información de las lecciones aprendidas se transfieren a la base de conocimientos de lecciones aprendidas para su uso en futuros proyectos.

¹⁰⁹ *Ibíd.* Pág. 102.

4. MODELO PARA LA EVALUACIÓN DE TRABAJOS DE GRADO

Como parte de la propuesta del trabajo de grado: “Diseño de un modelo para el desarrollo de trabajos de grado que determine la aplicabilidad y viabilidad para su implementación en los grupos de investigación de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones”, se propone la elaboración de un modelo que oriente sobre los criterios de evaluación realizable durante el trabajo de grado (desde el inicio hasta su conclusión). La metodología presentada a continuación, está elaborada tomando como referente la estructura conceptual plateada en el capítulo 2, la guía de los fundamentos de la dirección de proyectos PMBOK¹¹⁰, la red de macroprocesos del CIDLIS¹¹¹, conocimientos de la administración general y los criterios de evaluación de trabajos de grado de diferentes universidades reconocidas a nivel mundial.

Esta propuesta tiene como finalidad brindar un medio de información para los docentes calificadores de trabajos de grado que les permita orientarse en todas las fases que implican el seguimiento y evaluación de un trabajo de grado, tanto en la parte de planeación, correspondiente al trabajo de grado I; como en la etapa de desarrollo, en el marco de las actividades relacionadas con el trabajo de grado II.

Para iniciar esta temática, es importante conocer procesos que se presentan al desarrollar cualquier tipo de proyecto incluido trabajos de grado. Para ello, presentamos la red de macroprocesos¹¹² (sección 1.3., ver anexo 3) adaptada al proceso de evaluación de trabajos de grado y está compuesta por:

- Procesos direccionales: hacen referencia a la dirección del trabajo de grado.

¹¹⁰ Project Management Institute Inc., *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK)*. Tercera Edición. Pennsylvania, 2004, 409 p.

¹¹¹ CIDLIS, *Red de Macroprocesos*. Bucaramanga, Centro de Innovación y Desarrollo para la innovación en Ingeniería del Software, 2006. Véase anexo 3 de este trabajo de grado.

¹¹² *Ibíd.*

- Procesos primarios: hacen referencia a las diferentes etapas o fases que componen el desarrollo de un trabajo de grado desde su inicio hasta su cierre.
- Procesos de apoyo: aquellos procesos que acompañan a los procesos primarios y hacen referencia a la infraestructura, adquisiciones y recurso humano.

La temática presentada en este capítulo muestra la relación entre la gestión de proyectos, eje de nuestra propuesta, y la red de macroprocesos la cual integra los procesos de inicio, planificación, ejecución, control y cierre de cualquier tipo de proyecto incluidos los trabajos de grado, junto con el proceso de interventoría, trabajo que realiza la Universidad por medio de los calificadores del trabajo de grado.

4.1. PROCESOS DIRECCIONALES

Como se puede observar en el anexo 3, un proceso direccional es la dirección. Este proceso refiere a la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para satisfacer las especificaciones del trabajo de grado. Una correcta dirección del trabajo de grado se logra con la aplicación e integración de las etapas que conforman la fase desarrollo de trabajo de grado; las cuales son: dirigir y gestionar la ejecución del trabajo de grado, supervisión y control, control de cambios y cierre del trabajo de grado (sección 3.2).

Como cabeza del proceso dirección del trabajo de grado, el director del proyecto es la persona responsable de lograr el alcance de los objetivos del trabajo de grado. Entre las competencias o cualidades del director, está facilitar el mejoramiento e innovación del trabajo de grado, la seguridad de la información y gestionar eficientemente los activos del trabajo de grado. En la figura 38, se presentan las habilidades y funciones de un director de trabajo de grado.

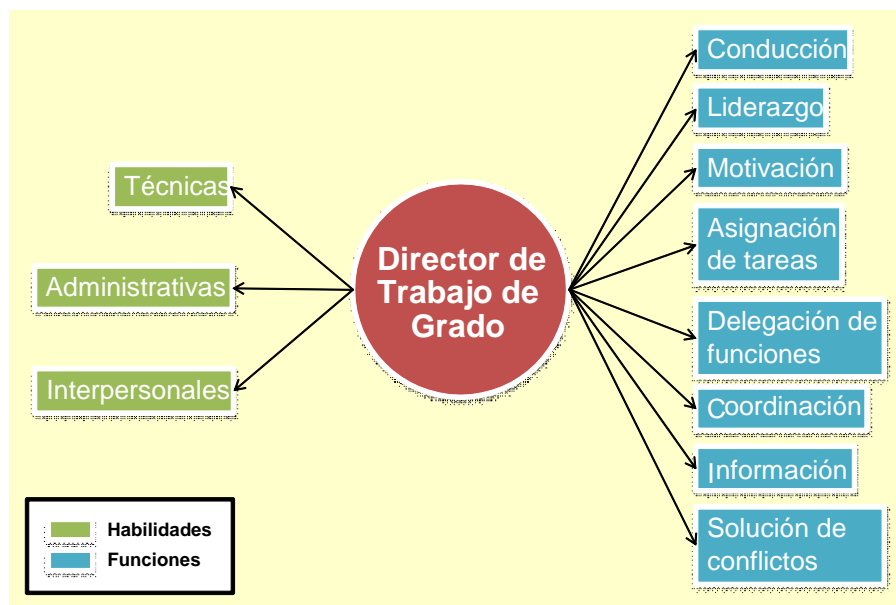


Figura 38. Habilidades y funciones de un director de trabajo de grado¹¹³

4.2. PROCESOS PRIMARIOS

Entre los procesos primarios contemplados en el desarrollo del trabajo de grado están:

4.2.1. Planificación

Cuando se habla de Planificación, se hace referencia al plan de trabajo de grado y a sus ocho planes subsidiarios (sección 3.1), ellos son:

❖ Especificaciones del trabajo de grado

Las especificaciones del trabajo de grado están compuestas por: nombre del trabajo de grado, modalidad, director, codirector, autores, entidades interesadas en el desarrollo del

¹¹³ Habilidad técnica, relacionada al desarrollo al desarrollo y aplicación de métodos y técnicas relacionadas con su actividad diaria. Habilidad administrativa, relacionada con la habilidad de dirigir, organizar, planificar y controlar. Habilidad interpersonal, relacionada con la capacidad de trabajar con personas. Tomado de la Guía de Gestión de Proyectos – Programa ICFES – TECNOS. Modificado por los Autores.

trabajo de grado, duración, costo estimado, objetivos, alcance, antecedentes, planteamiento del problema, justificación, impacto social y viabilidad del trabajo de grado (sección 3.1.1).

❖ **Plan de gestión del alcance (PGA)**

Entre los componentes del PGA están: alcance, objetivos, enunciado del alcance del trabajo de grado, objetivos del trabajo de grado, requisitos del trabajo de grado, límites del trabajo de grado, restricciones del trabajo de grado, especificaciones del trabajo de grado, productos entregables del trabajo de grado, EDT y diccionario de la EDT (sección 3.1.2).

❖ **Plan de gestión de tiempo (PGT)**

Entre los componentes del PGT están: alcance, objetivos, definición de actividades y relación de actividades, estimaciones de tiempo y responsables (sección 3.1.3).

❖ **Plan de gestión de costos (PGC)**

Entre los componentes del PGC están: alcance, objetivos, y estimación de costos (sección 3.1.4).

❖ **Plan de gestión de calidad (PGQ)**

Entre los componentes del PGQ están: alcance, objetivos, plan de gestión de calidad, aseguramiento de la calidad, descripción de seguimiento y control del aseguramiento de calidad, y control de la calidad (sección 3.1.5).

❖ **Plan de gestión de recurso humano (PGRH)**

El PGRH está compuesto por: alcance, objetivos, organigrama del trabajo de grado y distribución de recursos humanos por actividad/cargos (sección 3.1.6).

❖ **Plan de gestión de comunicaciones (PGM)**

El PGM se compone de: alcance, objetivos, medios de comunicación disponibles y gestión de las comunicaciones (sección 3.1.7).

❖ **Plan de gestión de riesgos (PGR)**

El PGR está compuesto por: alcance, objetivos, e identificación de riesgos (sección 3.1.8).

❖ **Plan de gestión de adquisiciones (PGD)**

En el PGD se encuentran los siguientes componentes: alcance, objetivos, metodología de selección de proveedores, lista de adquisiciones y forma de administración y cierre de contrataciones para adquisiciones (sección 3.1.9).

4.2.2. Seguimiento y Control

Hacer seguimiento y control permite un acompañamiento de los procesos que van desde el inicio, planificación, ejecución y el cierre al trabajo de grado adoptando acciones correctivas o preventivas para controlar el rendimiento en función a lo presentado en el plan de trabajo de grado (sección 3.2.2).

Entre las actividades que implica el proceso *seguir y controlar* están la recolección de datos, medición, difusión de información sobre el rendimiento y la evaluación de las mediciones y tendencias para realizar mejoras permitiendo una idea acerca del estado del trabajo de grado e identificando cualquier área que necesite más atención.

Para el uso e instrumentación del seguimiento y control, se señalan los siguientes objetivos¹¹⁴:

¹¹⁴ Ídem.

- Registrar e informar a los interesados del trabajo de grado acerca de la ejecución de las actividades, los resultados alcanzados y los gastos producidos.
- Corregir, cuando sea necesario, las desviaciones entre lo planeado y lo ejecutado.
- Permitir la reubicación del recurso humano y materiales, de acuerdo con las nuevas necesidades que no fueron consideradas o que surgieron después de realizar la planificación.
- Llevar un registro de resultados, a fin de crear una memoria de los avances logrados durante el desarrollo del trabajo de grado.

Como medio de información y de seguimiento entre los diferentes grupos que conforman el equipo del trabajo de grado (director, codirectores, desarrolladores, interesados y calificadores), planeados en el plan de gestión de las comunicaciones (sección 3.1.7), entre los informes de seguimiento y control del trabajo de grado se incluyen: acciones correctivas, acciones preventivas y proyecciones (sección 3.2.2).

4.2.3. Desarrollo de Proyectos

Entre las actividades contempladas en el proceso desarrollo de proyectos están:

❖ Producción y mantenimiento

Al hablar de producción, se hace referencia a la creación y procesamiento de un bien, un producto o un servicio. Incluye los procesos de concepción, procesamiento y financiación para su ejecución. Mantenimiento es un proceso compuesto el cual permite actualizar o prolongar, el ciclo de vida de un proyecto o un producto. Es importante para poder desarrollar una buena producción y mantenimiento, desarrollar un buen de plan de gestión de alcance, calidad, costos y adquisiciones, acompañado de una correcta labor de seguimiento y control (sección 3.2.1.) enfocada a cumplir con los objetivos del trabajo de grado.

❖ **Interventoría**

Interventoría es el control primario realizado por la Universidad Industrial de Santander por medio del calificador de trabajo de grado, a fin determinar si se cumplen con las especificaciones dadas en el plan de trabajo de grado y sus planes subsidiarios.

La interventoría de un trabajo de grado tiene como alcance realizar acciones de carácter administrativo, técnico, financiero y legal con la finalidad de verificar el cumplimiento del compromiso contractual y de las leyes, decretos y normas que le apliquen a los desarrolladores cuando se presenta el plan de gestión de trabajo de grado. Entre los principios que rigen la interventoría están¹¹⁵:

- El interventor debe asegurar el logro de los objetivos planteados.
- Velar por que las especificaciones dadas en el plan de trabajo de grado se ejecuten cumpliendo con lo programado y en los tiempos planificados.
- Velar por que los recursos sean ejecutados en forma adecuada y de acuerdo a las asignaciones presupuestales en el plan de gestión de costos.
- Verificar el cumplimiento de los criterios de calidad especificados en el plan de gestión de calidad.
- Certificar el cumplimiento de las obligaciones de los desarrolladores con la realidad de la ejecución del trabajo de grado.

Entre las facultades del interventor respecto al trabajo de grado están¹¹⁶:

- Exigir al contratista el cumplimiento de las obligaciones previstas en el plan de gestión del trabajo de grado y sus planes auxiliares

¹¹⁵ FONADE, *Manual de interventoria* [online]. Colombia. Portable Document Format.
http://web.fonade.gov.co/cliente/documentos/menu_MGSOR03_Manual_de_Interventoria.pdf

¹¹⁶ Ídem.

- Impartir de manera oportuna y clara las instrucciones a los desarrolladores del trabajo de grado sobre el cumplimiento de las obligaciones.
- Exigir la información que considere necesaria, recomendar lo que estime y contribuya a una mejor ejecución del trabajo de grado, y en general adoptar las medidas que contribuyen a su óptima conclusión.
- Dejar constancia escrita de todas sus actuaciones. Las órdenes e instrucciones que imparta son de obligatorio cumplimiento siempre y cuando estén en concordancia con lo establecido en el plan de trabajo de grado.
- Sugerir las medidas que considere necesarias para la mejor ejecución del trabajo de grado.
- Exigir a los desarrolladores entregar todos los documentos y productos o servicios dados en el plan de trabajo de grado (sección 3.2.4).

A continuación, se presenta una forma de evaluación cualitativa de las etapas, de acuerdo con lo planteado con la sección 2.3.1, que conforman la evaluación de trabajos de grado. Estas etapas son:

- **Alcance preliminar del trabajo de grado**

El alcance preliminar es un documento por medio del cual los estudiantes que matriculan proyecto de grado I hacen una presentación formal a la escuela del trabajo de grado que van a realizar.

La Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones dispone de un formato estándar emitido por la división de publicaciones de la UIS para este fin denominado: *f1000-18 formato para inscripción del tema del proyecto de grado*. En este formato se puede establecer:

- Una breve descripción de los alcances del proyecto
- Los objetivos generales del proyecto

Dado que la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones ha establecido como política que los trabajos de grado surjan de los grupos de investigación adscritos, y acorde con este trabajo de grado, se propone para la presentación del alcance preliminar el formato para la presentación del alcance preliminar del trabajo de grado (ver anexo 7).

- **Plan de trabajo de grado**

El plan de trabajo de grado, mencionado entre los procesos primarios, es el punto de partida en el cual los estudiantes elaboran y diseñan la metodología de trabajo por medio de los planes subsidiarios. En el anexo 8¹¹⁷, se presentan los criterios de evaluación que deben tomarse en cuenta a la hora de evaluar el plan de trabajo de grado. Los criterios de evaluación son de dos tipos: de forma, los cuales son especificaciones de si se realizó la actividad o no, y de fondo, los cuales son diferentes en cada trabajo de grado, dado que la naturaleza de los trabajos de grado es diferente para cada caso y deben ser estipulados a criterio de todos los actores, es decir, tanto del director, como de los codirectores, los desarrolladores y los calificadores del trabajo de grado.

- **Trabajo de grado**

El trabajo de grado, es el producto del cumplimiento del plan de trabajo de grado, luego de haber implementando los procesos dirigir y gestionar la ejecución del trabajo de grado, seguimiento y control, control de cambios y cierre. En el anexo 8¹¹⁸, se presentan los criterios de evaluación que deben tomarse en cuenta a la hora de evaluar el trabajo de grado. Los criterios de evaluación son de dos tipos: de forma, los cuales son especificaciones de si se realizó la actividad o no, y de fondo, los cuales son diferentes en cada trabajo de grado, dado que la naturaleza de los trabajos de grado es diferente para

¹¹⁷ Tomado del formato PEP_003_02 LISTA DE CHEQUEO DE TAREAS – CIDLIS y modificado por los autores.

¹¹⁸ *Ibíd.*

cada caso y deben ser estipulados a criterio de todos los actores, es decir, tanto del director, como de los codirectores, los desarrolladores y los calificadores del trabajo de grado.

- **Sustentación del trabajo de grado**

En la sustentación del trabajo de grado los autores realizan una argumentación de la solución planteada a la temática tratada, posterior a la presentación del trabajo de grado. En el anexo 9¹¹⁹, se presentan los criterios de evaluación que deben tomarse en cuenta a la hora de evaluar la sustentación. Los criterios de evaluación son de dos tipos: de forma, los cuales son especificaciones de si se realizó la actividad o no, y de fondo, los cuales son diferentes en cada trabajo de grado, dado que la naturaleza de los trabajos de grado es diferente para cada caso y es a criterio tanto de los desarrolladores del trabajo de grado como de los calificadores.

- ❖ **Auditoría**

La auditoría hace relación a la verificación de las actividades propuestas en el plan de trabajo de grado y sus planes subsidiarios. A diferencia de la interventoría, esta se hace cada vez que se finaliza una actividad del trabajo de grado o cuando se haya planificado efectuarse en el cronograma de actividades ya sea por parte de los mismos desarrollares, el director o los codirectores; mientras que la interventoría, se hace cuando el trabajo de grado se ha finalizado y es realizada por los calificadores.

El principal objetivo de la auditoria consiste en apoyar a los miembros del trabajo de grado en el desempeño de sus actividades por medio del seguimiento y control de las actividades efectuando actividades tales como análisis, evaluaciones, recomendaciones, información y asesoría en las acciones desarrolladas.

¹¹⁹ *Ibíd.*

4.2.4. Gestión de requisitos, configuración y riesgos

El proceso gestión de requisitos, configuración y riesgos, hacen referencia al plan de gestión de riesgos presentado en la sección 3.2.1 el cual incluye los procesos relacionados con la planificación, identificación, análisis, respuestas a los riesgos y el seguimiento y control de riesgos del trabajo de grado; y a la fase dirigir y gestionar la ejecución del trabajo de grado presentada en la sección 3.2.1 la cual representa la ejecución basada en los elementos que entrega el plan de trabajo de grado.

4.3. PROCESOS DE APOYO

Los procesos de apoyo son aquellos procesos que acompañan a los procesos primarios y hacen referencia a la infraestructura, adquisiciones y recurso humano, entre ellos están:

4.3.1. Gestión del Recurso Humano

Este proceso, hace referencia al cumplimiento de las especificaciones y actividades dadas por el plan de gestión de recurso humano (PGRH) presentado en la sección 3.2.1.6.

4.3.2. Gestión de Infraestructura

La gestión de la infraestructura hace referencia a la gestión de aquellos recursos que no son de vital importancia para el desarrollo del trabajo de grado, pero que pueden ser un complemento o una ayuda para desarrollarlo. Por ejemplo, el préstamo de una sala para desarrollar una encuesta, solicitar una sala de cómputo para realizar una investigación, etc.

4.3.3. Gestión de Adquisiciones

La gestión de adquisiciones hace referencia al cumplimiento de las especificaciones y actividades dadas por el plan de gestión de adquisiciones (PGD) presentado en la sección 3.2.1.

5. GENERALIZACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS DE LA INVESTIGACIÓN REALIZADA TOMANDO COMO PILOTO AL CENTRO DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO PARA LA INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA DEL SOFTWARE – CIDLIS.

Durante el desarrollo de la investigación asociada a la realización del presente trabajo de grado se realizaron una serie de actividades dentro del marco de ejecución de actividades del Centro de Innovación y Desarrollo para la Investigación en Ingeniería del Software – CIDLIS- que evidencian la aplicabilidad y viabilidad de los resultados obtenidos. Dichas actividades se detallan a continuación.

5.1. PROCESO SEMILLAS CIDLIS SEMCI_2007

En el primer semestre académico de 2.007 se llevó a cabo una capacitación a los estudiantes de últimos semestres de los programas de Ingenierías Electrónica, Industrial y Sistemas interesados en efectuar su ingreso al CIDLIS como Investigadores novatos y éstos a su vez con miras a la realización de su trabajo de grado. Dentro de este proceso se ejecutaron por parte de los autores y con la supervisión de la codirectora de este trabajo de grado¹²⁰ las siguientes actividades:

5.1.1. Capacitación en gestión de proyectos

El día 23 de Abril de 2.007 se realizó una capacitación sobre gestión de proyectos a este grupo de estudiantes. En el anexo 9 se puede revisar el material pedagógico consistente

¹²⁰ Ms. (c) Herly Johana Herrera Lizcano, Ingeniera Electrónica.

en unas diapositivas que se utilizaron con el fin de realizar la actividad anteriormente mencionada. La agenda de dicha sesión, cuya certificación puede ser vista en el anexo 16 comprendió los siguientes ítems.

❖ **Proyecto y gestión de proyectos**

En esta primera parte a los estudiantes se les trataron las generalidades de la temática:

- **Definición de proyecto**

Se presentaron de forma secuencial tres definiciones de proyecto, cada una de éstas estuvo rodeada de un debate orientado a establecer la satisfacción de la definición correspondiente al concepto de proyecto respecto a la opinión individual de los participantes. La primera se enunció como: *“un proyecto es el planteamiento de una forma posible, viable y realizable de solucionar un problema en un periodo determinado”*¹²¹, la cual tuvo un buen grado de aceptación entre los participantes, pero al presentar la segunda definición: *“un proyecto es esencialmente un conjunto de actividades interrelacionadas, con un inicio y una finalización definida, que utiliza recursos limitados para lograr un objetivo deseado”*¹²² que tuvo una aceptación mayor, y que incluso, redujo el grado de aceptación del primer enunciado. Esta situación se presentó nuevamente cuando se introdujo el siguiente enunciado: *“un proyecto es un esfuerzo temporal emprendido para crear un producto o un servicio único. Así, el resultado final buscado puede diferir con la misión de la organización que la emprende, ya que el proyecto tiene determinado específicamente un plazo y el esfuerzo es temporal”*¹²³ con la que los presentes estuvieron de acuerdo en que es una definición más acorde al concepto de proyecto. Esta última definición general de proyecto, es la tratada por PMI¹²⁴ y que el sitio

¹²¹ Este enunciado fue propuesto en la Presentación por los autores sólo con la finalidad de iniciar el debate en la Conferencia enfocado a determinar una definición aceptable del concepto de Proyecto.

¹²² Tomado de la página web: <http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/proyectoinformatico/libro/c1/c1.htm>

¹²³ Esta es la definición de Proyecto según PMI. <http://www.pmi.org>. Sin embargo, para efectos de la presentación, se utilizó la referencia <http://es.wikipedia.org> de donde puede extraerse y adicionalmente para no hablar de PMI en ese momento de la conferencia, puesto que presentó más adelante en el guión de conferencia.

¹²⁴ Project Management Institute. <http://www.pmi.org>.

web wikipedia¹²⁵ alberga en la actualidad, lo anterior se efectuó con el fin de introducir la definición de gestión de proyectos.

- **Definición de gestión de proyectos**

Se presentó la definición tratada por el Project Management Institute – PMI, quien define a la gestión de proyectos como: *“La aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto para satisfacer los requisitos del proyecto”*¹²⁶.

- **Objetivos de la gestión de proyectos**

Se mencionó como finalidad de la gestión de proyectos que ésta pretende hacer válido y viable cualquier modelo a implementar. Asimismo, se trató qué busca la gestión de proyectos y las restricciones impuestas por cualquier tipo de proyectos que se deben tener en cuenta a la hora de formular, gestionar y evaluarlos: los parámetros tiempo, costo y alcance; en la conferencia se explicó, haciendo una analogía con el aumento del un cateto de un triángulo equilátero dado que esta situación es similar a cuando se desea mantener la condición de equilátero a dicho triángulo luego de haber aumentado el tamaño de un cateto; por tanto, quedó claro que un incremento en cualquiera de éstos parámetros que limitan al proyecto implica automáticamente un mayor esfuerzo o inversión por parte de los dos restantes.

Con lo anterior, los estudiantes comprendieron que los conceptos de alcance, tiempo y costos están mutuamente asociados y que un incremento en la magnitud de cualquiera de éstos tres implica un esfuerzo y dedicación mayor de los otros dos, debido a que el triángulo de la gestión de proyectos, según se orientó en la conferencia, mantiene la tendencia de permanecer equilátero.

¹²⁵ <http://es.wikipedia.org>

¹²⁶ Project Management Institute. “Guía de los Fundamentos de Gestión de Proyectos - Guía del PMBOK”. Tercera Edición. <http://www.pmi.org>

- **Promotores de la gestión de proyectos**

Se presentaron a las dos instituciones internacionales promotoras de la gestión de proyectos a nivel mundial: Project Management Institute (PMI)¹²⁷ e International Project Management Association (IPMA)¹²⁸.

- ❖ **Introducción a las nuevas modalidades de trabajo de grado en la Universidad Industrial de Santander.**

Debido a que el proceso Semillas CIDLIS (SEMCI_2007) es un curso de capacitación para el ingreso de investigadores novatos al CIDLIS, cuyo perfil común es de estudiantes de pregrado con miras a realizar su trabajo de grado, se consideró necesario revisar la normatividad vigente debido a su reciente implementación. Por ende, se trataron las nueve modalidades de trabajo de grado contempladas en el acuerdo No. 004 de 2.007, cuyo análisis puede revisarse en la sección 1.1 del presente trabajo de grado.

- ❖ **Componentes de la gestión de proyectos**

A modo introductorio se presentaron los componentes de la gestión de proyectos, los cuales fueron tratados en el capítulo 2 del presente trabajo de grado. Dado que se pretendía lograr el entendimiento de éstos temas por parte de los asistentes prioritariamente respecto a la necesidad de profundizar más en las áreas de conocimiento, fue necesario el uso de ejemplos prácticos para ilustrar la aplicación de la temática tratada, adicionalmente con la finalidad de mostrar no sólo como se pueden implementar los componentes de la gestión de proyectos, sino también la validez de los mismos efectuando una reflexión que condujo a la deducción por parte del auditorio que es posible formular, llevar a cabo y evaluar un proyecto de una manera más adecuada y ordenada así como controlable y repetible, si se implementan las prácticas de la gestión de proyectos respecto a cuando éstas no se utilizan.

¹²⁷ Ídem.

¹²⁸ <http://www.ipma.ch>

❖ **Integración con otras disciplinas**

Se realizó una reflexión en la cual se propone la tesis consistente en que el desarrollo exitoso de un proyecto debe ser una trinidad entre las áreas del conocimiento en gestión de proyectos, los conocimientos de la administración general para garantizar el desarrollo y supervisión del trabajo de una manera eficiente y controlada, como los conocimientos de las áreas técnicas de aplicación requeridas para que el proyecto se desarrolle con éxito, dejando claro que los conocimientos y prácticas generalmente aceptadas de la gestión de proyectos trabajan de la mano con los conocimientos y prácticas de las áreas de la administración general y de aplicación, lo cual reforzó la idea presentada en la sección anterior sobre la necesidad de implementar la gestión de proyectos a la hora de formular, llevar a cabo y evaluar proyectos.

❖ **Propuesta de modelo de gestión de proyectos para la realización de trabajos de grado en la UIS.**

Debido a que este trabajo de grado se encontraba en proceso a la fecha de realización de la capacitación en gestión de proyectos, se presentó un prototipo de implementación de gestión de proyectos para los trabajos de grado. Sin embargo, este prototipo evolucionó al que se trata en la sección 2.3 del presente trabajo de grado.

5.1.2. Evaluación proceso semillas

El día 11 de agosto de 2.007 se llevó a cabo la evaluación del proceso semillas, con miras a la selección de los estudiantes admisibles al CIDLIS. Dicha evaluación se efectuó utilizando la Plataforma E-Education del CIDLIS. En el anexo 10 se presentan las preguntas realizadas en la evaluación del proceso semillas CIDLIS efectuada el día 11 de agosto de 2.007, de las cuales, las preguntas 11 a 33 se refirieron a la capacitación en gestión de proyectos.

5.1.3. Resultados obtenidos de la evaluación

La Información mostrada a continuación fue obtenida a partir de los resultados de la valoración efectuada el día 11 de agosto de 2.007 utilizando la plataforma *eknowtech* destinada para los procesos de E-Education del CIDLIS: <http://eknowtech.cidlisuis.org/e-education>.

En la siguiente tabla se presenta el índice de asistencia a la valoración así como se detalla el número de preguntas que se asociaron a la prueba.

Tabla 4. Reporte de asistencia a la evaluación del proceso SEMCI_2007 y número de preguntas asociadas a la valoración.

Personas asignadas	Personas que diligenciaron	Personas faltantes	Preguntas asociadas
23	17	6	33

Teniendo en cuenta lo anterior, obtenemos un porcentaje de asistencia a la prueba de 73,91%. Por tanto, una coincidencia en la(s) respuesta(s) correcta(s) según el tipo de pregunta igual o superior al 36,96% es equivalente a admitir que la mayoría de los asistentes asimiló el concepto tratado en cada pregunta.

En general, se evaluaron los tópicos *Sistema de Gestión de Calidad – SGC – del CIDLIS* y *Gestión de Proyectos*. Este último, de nuestro principal interés, consiste en una serie de 23 preguntas, que corresponden a las numeradas en la evaluación desde once (11) hasta treinta y tres (33), y que a su vez tienen que ver con los siguientes subtópicos, correspondientes a los tratados en la capacitación en gestión de proyectos orientada al proceso semillas CIDLIS:

- Generalidades: contempla las definiciones de proyecto y gestión de proyectos, así como el análisis a las modalidades de proyectos de grado enunciadas por el acuerdo 004 de 2.007 emanado del consejo superior. A este tópico se asocian las preguntas que van desde el número once (11) hasta dieciséis (16).

- Áreas específicas: se evalúan los conocimientos básicos acerca de las áreas de conocimiento de la gestión de proyectos, tratadas en la conferencia que puede verse en el anexo 9. A este subtópico corresponden las preguntas que van desde el número diecisiete (17) hasta treinta (30).
- Propuesta modelo de gestión de proyectos: a modo de verificar la comprensión por parte de los estudiantes del prototipo de modelo para la gestión de proyectos aplicado a trabajos de grado tratado en la conferencia, se formularon las preguntas treinta y uno (31) a treinta y tres (33).

La tabla 10 revela las calificaciones obtenidas por los participantes en la valoración mencionada.

Tabla 5. Calificaciones obtenidas por los estudiantes en la valoración llevada a cabo mediante la plataforma e-education del CIDLIS: <http://eknowtech.cidlisuis.org/e-education>. Modificada por los autores.

No	Usuario	Apellidos - Nombres	Nota cerrada
1	lalvarez	Alvarez Ortiz Carmen Lorena	2,85
2	marenales	Arenales Méndez Magaly	2,93
3	abello	Bello Meléndez Adid	3,47
4	lcardenas	Cárdenas Lozada Jeyson Andres	1,87
5	rcarreno	Carreño Roberto Pablo	2,85
6	jmarquez	Márquez Johanna	3,08
7	smanrique	Manrique Mesa Sandra Patricia	2,78
8	jmantilla	Mantilla H John Herman	3,12
9	rmartinez	Martínez Camacho Ricardo	3,90
10	snino	Niño Gordillo Sorany	3,11
11	jperez	Pérez A Jhon Deivy	2,63
12	lpicon	Picón Acosta Laura Juliana	3,69
13	wpinzon	Pinzón R Wilmer Leonel	3,80
14	jpuerto	Puerto Leguizamón Julián David	3,75
15	iquintero	Quintero Ochoa Ivonne Alexandra	2,48

16	srangel	Rico Rangel Sergio Henry	3,26
17	crodriguez	Rodríguez Claudia Liliana	4,09
		Media	3,16
		Moda	2,85
		Mediana	3,11
		Varianza	0,34
		Desviación Estándar	0,58
		Rango	2,22
		Nota Mínima	1,87
		Nota Máxima	4,09
		Estudiantes Aprobados	10
		Estudiantes Reprobados	7
		Índice de Aprobación	58,82%

Se encuentra que el 58,82% de los presentes aprobó la valoración, con una calificación media de 3,16 y varianza 0,34. Dicho índice de aprobación corresponde a diez (10) personas de las tres carreras de pregrado, actualmente seis (6) hacen parte del grupo TESIS del CIDLIS y se encuentran participando en actividades de diversos proyectos que el CIDLIS desarrolla en la actualidad.

En el anexo 11 se muestran los resultados de la valoración derivados del diligenciamiento por pregunta. De ahí se observa lo siguiente: respecto al tópico de SGC del CIDLIS, el grupo presenta aprobación en las preguntas 1, 2, 3, 6, 7, 8 y 9, es decir, puede inferirse que para la mayoría del curso fue asimilada el 70% de la temática tratada. En las preguntas de selección múltiple, puede afirmarse que el curso asimiló el concepto tratado por cada pregunta dado que todas las opciones correctas fueron seleccionadas por la mayoría de los participantes.

Respecto al tópico de gestión de proyectos, teniendo en cuenta los subtópicos podemos observar que en el subtópico de *generalidades*, con la excepción de la pregunta 11, fueron respondidas correctamente por la mayoría de los presentes, es decir, una comprensión del 83,33% de la temática asociada a dicho subtópico. Respecto al subtópico *áreas específicas* solamente las preguntas 19 y 30 no obtuvieron una

aprobación por la mayoría del curso, por tanto, hubo una comprensión de dicha temática en un 84,61%. Por último, el subtópico *propuesta modelo de gestión de proyectos* que tratan las preguntas 31, 32, 33, merece un análisis especial dado que en la pregunta número treinta y uno (31) de los tres ítems válidos, solamente uno fue seleccionado por la mayoría: *realizar la constitución del trabajo de grado*, concepto que se presenta desde la gestión de proyectos y que no había sido tratado en el desarrollo de trabajos de grado. Los otros dos ítems correctos se refieren al desarrollo y definición del alcance preliminar del trabajo de grado, acciones que se daban por sobre entendidas dado que en las modalidades tradicionales para elaborar los planes de trabajos de grado era necesario efectuar el desarrollo y la definición del alcance del proyecto. Teniendo en cuenta que esta pregunta tenía tres ítems correctos y sólo uno fue acertado por la mayoría, indica que hubo un 33% de comprensión en dicha pregunta por la mayoría del grupo. Ahora bien, las preguntas 32 y 33 fueron acertadas por la mayoría de los evaluados, por tanto, se evidencia que la temática de este subtópico fue asimilada por el curso en un 77,78%.

En resumen, se encuentra que la temática brindada a nivel de gestión de proyectos, fue asimilada con al menos el 77,78% de comprensión por parte de los estudiantes que participaron y se presentaron a la valoración del proceso SEMCI_2007.

5.2. CURSO DE PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA PARA INGENIEROS CEPI_I_2007

Durante el transcurso del primer semestre académico de 2.007, y teniendo en cuenta el plan de gestión del curso, se implementó como actividad evaluativa la realización de un proyecto de asignatura, consistente en la realización de un estudio estadístico involucrando la respectiva prueba de hipótesis.

Durante el transcurso del primer semestre académico de 2.007, y teniendo en cuenta el plan de gestión del curso, se implementó una actividad consistente en la realización de un proyecto de la asignatura, en donde los estudiantes debían realizar de un estudio

estadístico involucrando la respectiva prueba de hipótesis de una situación cuya temática fue seleccionada por los estudiantes.

Teniendo en cuenta que dentro del curso de estadística y probabilidad para ingenieros se implementa el proceso educativo personal como estrategia de aprendizaje colaborativo consistente en la conformación de GRAPAS compuestas por cinco personas en las cuales cada uno de los integrantes asume un rol y se compromete a llevar a cabalidad con sus funciones mediante la respectiva acta de inicio de la grapa (ver anexo 12), según se detalla en el plan de gestión del curso (véase anexo 12).

5.2.1. Planteamiento de actividad

El desarrollo de esta actividad por parte de las grapas consistió en cuatro etapas que se explican a continuación.

❖ Planteamiento de tres ideas de proyecto

En la segunda sesión del semestre, dentro de las actividades de la primera semana de clases, se propuso la actividad del proyecto de la asignatura. Para esto, se les requirió a las grapas el planteamiento de tres ideas de proyecto con el fin de realizar un diagnóstico a una situación determinada, con la respectiva asesoría del tutor sobre la idea inicial¹²⁹. Obedeciendo a la planificación del curso, en la segunda semana de clases se brindó la primera sesión en donde se trató por parte del profesor¹³⁰ en la que se trató con los estudiantes las fases que componen el estudio estadístico. Con esta información, en la clase práctica de dicha semana se indicó a los estudiantes que partiendo de las tres ideas de proyecto, se debía seleccionar una, con la supervisión del tutor, a la cual se debían aplicar los pasos del estudio estadístico para llevarla a cabo.

Una vez seleccionada la idea, se les solicitó a los estudiantes la realización de un cronograma de actividades a desarrollar durante el semestre para la próxima clase

¹²⁹ Sergio Enrique Méndez Aceros, coautor de este trabajo de grado.

¹³⁰ Ph.D. Ricardo Llamasa Villaba, director de este trabajo de grado.

práctica, en la cual se hizo el lanzamiento formal de las actividades previa indicación a modo elemental de las áreas de la gestión de proyectos, con excepción de la gestión de integración para la primera entrega.

❖ **Realización fase I**

En la segunda sesión práctica llevada a cabo, se trataron los siguientes temas:

- Gestión de alcance
- Gestión de cronograma
- Gestión de calidad
- Gestión de riesgos
- Gestión de comunicaciones
- Gestión de adquisiciones.

Dichos componentes fueron requeridos como obligatorios dentro del trabajo a realizar. La realización del cronograma de actividades se asoció al desarrollo de la gestión de cronograma (tratada como gestión del tiempo en la sección 2.3.3. Del presente trabajo de grado) requerida en la fase I. Adicionalmente los siguientes temas se trataron como opcionales:

- Gestión de costos
- Gestión del recurso humano.

Se estipuló la entrega de esta fase en la semana siguiente a la realización del primer examen parcial de CEPI.

❖ **Realización Fase II**

Dado que al iniciar el segundo módulo de CEPI_I_2007, dentro del cual se realizó de manera simultánea la fase II del proyecto del curso, los estudiantes tan sólo habían adquirido los conocimientos técnicos sobre el modelado de escenarios y la estadística

descriptiva, por ende se les encomendó la realización de los siguientes componentes para la fase II:

- Acta de constitución del proyecto.
- Gestión de integración, pero sólo sobre el planteamiento de estrategias para garantizar que los componentes tratados en la fase I se llevaran a cabo en los tiempos planeados y con las características iniciadas, es decir, un plan de gestión.
- Informe de avance de actividades.
- Registro de control de cambios.

En el registro de control de cambios se solicitó que consignaran un registro de los cambios realizados en el desarrollo del plan de gestión del proyecto que se inició a desarrollar en la fase I. Estas actividades se requirieron para la semana posterior a la realización de la segunda evaluación parcial de CEPI_I_2007.

❖ **Realización fase III**

La fase III en la cual los estudiantes hicieron entrega del informe final implicó el desarrollo de los siguientes ítems:

- Informe de actividades por áreas de conocimientos de la gestión de proyectos implementadas.
- Desarrollo del estudio estadístico y la prueba de hipótesis.
- Ensayo “qué entendimos por gestión de proyectos: ¿qué es?, y ¿para qué sirve?”. Mediante este ensayo, los estudiantes redactaron un documento en el que manifestaron cómo lograron asimilar los conocimientos en gestión de proyectos para ser implementados en su trabajo y determinando además la posible aplicabilidad de los mismos en un futuro.

- Conclusiones generales del proyecto, derivadas tanto del informe de gestión como de la elaboración del estudio estadístico asociado a la prueba de hipótesis desarrollada.

5.2.2. Seguimiento de actividad

Mediante la atención en horas de consulta a los estudiantes de estadística y probabilidad para ingenieros, se brindó asesoría en cada una de las fases del proyecto de la asignatura, tanto para la elaboración del plan de gestión del proyecto como de sus respectivos informes, y en el desarrollo del estudio estadístico asociado a la prueba de hipótesis.

5.2.3. Capacitación final sobre gestión de proyectos a nivel introductorio

A los estudiantes del CEPI_I_2007, grupos D1 y H1 se presentó la conferencia de capacitación en gestión de proyectos tratada en el anexo 9. Sin embargo, dado el nivel promedio de estudios en curso de los estudiantes, se trataron con menor profundidad las temáticas planteadas en la sección 5.1.1., debido a que los estudiantes presentes en la conferencia estaban clasificados en promedio en el cuarto nivel de su plan de estudios correspondiente. En el anexo 16 se presenta la certificación de la capacitación brindada.

5.2.4. Evidencias registradas.

En los anexos 13, 14 y 15 respectivamente se presentan tres de los proyectos desarrollados por tres GRAPAS de estudiantes. Estos poseen una estructura básica consistente en:

❖ **Informe de gestión del proyecto**

Se evalúan las seis áreas obligatorias del trabajo junto con las opcionales que ellos desarrollaron, más un informe de integración y control de cambios al proyecto como se propuso en la sección 5.2.1.

❖ **Desarrollo del estudio estadístico**

Comprende el desarrollo de las pruebas de hipótesis asociadas al proyecto que realizaron durante el primer semestre académico de 2.007, como se indicó en la sección 5.2.1.

❖ **Conclusiones generales del proyecto**

En estas, los estudiantes plasmaron las conclusiones a las que llegaron sobre el desarrollo del proyecto planteado, teniendo en cuenta todos los aspectos involucrados como son: los conocimientos de gestión de proyectos, la obtención de experiencia a través del desarrollo del estudio estadístico y prueba de hipótesis, la utilidad de la aplicación de las prácticas de gestión de proyectos en el desarrollo de su proyecto y la aceptación y validez de las mismas a través de la ejecución del trabajo.

❖ **Ensayo Gestión de Proyectos.**

Como se estipuló en la sección 5.1.2., en el ensayo “*qué entendimos por gestión de proyectos: ¿qué es?, y ¿para qué sirve?*”, los estudiantes plantearon lo comprendido acerca de las áreas de conocimiento de la gestión de proyectos y describieron con sus palabras a partir de su experiencia cómo dichos conocimientos contribuyeron a desarrollar su trabajo de una forma eficaz y eficiente. Igualmente trataron cómo el desarrollo de estas competencias les puede servir para el desarrollo de futuros proyectos.

5.3. CONCLUSIONES

- Se comprobó que, antes de la ejecución del presente trabajo de grado, la Universidad Industrial de Santander no dispone de un modelo que permita evaluar la aplicabilidad y viabilidad de los trabajos de grado desarrollados por sus estudiantes de pregrado en el área de ingenierías.
- Se verificó que no se incluyó en el marco del acuerdo 004 de 2.007 las pautas concernientes a la realización de análisis de viabilidad y aplicabilidad en los trabajos de grado.
- No se encontró estipulado un procedimiento por parte de la Universidad Industrial de Santander para efectuar la evaluación de las diferentes modalidades de trabajo de grado vigentes actualmente en la Universidad Industrial de Santander, por ende, no existe un sistema de gestión de calidad asociado a la realización de los trabajos de grado por parte de los estudiantes de pregrado.
- Se determinaron las dificultades más comunes de los estudiantes de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones para la realización de su trabajo de grado, hallándose que muchas de éstas pueden ser superadas mediante la correcta implementación y aplicación de los conocimientos de la gestión de proyectos y de la administración general para la ejecución de los mismos.
- Se verificó la existencia de un Sistema de Gestión de Calidad – SGC –en el Centro de Innovación y Desarrollo para la Investigación en Ingeniería del Software – CIDLIS-, cuya finalidad es el aseguramiento de la viabilidad y aplicabilidad de todos los proyectos y procesos que este grupo de investigación de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones implementa, basado en los conocimientos derivados de la gestión de proyectos según el modelo PMI.

- Se comprobó que las universidades a nivel mundial sólo han desarrollado políticas generales de evaluación académica y procedimientos para la obtención del grado en base a un análisis de viabilidad técnica, mas no para determinar la aplicabilidad y viabilidad de los trabajos de grado desarrollados por los estudiantes. Por tanto, queda de manifiesto la necesidad de desarrollo de dicho modelo para impulsar a los futuros profesionales a la generación de nuevas empresas con miras a la formación de profesionales más competentes y dispuestos a afrontar los desafíos que se imponen adicionalmente respecto del punto de vista técnico, sino también que encuentren la forma de llevarlos a cabo con el desarrollo de un proyecto viable y aplicable asociando una idea propia de negocio de la innovación tecnológica que están desarrollando conjuntamente con la aplicación de los conocimientos de la gestión de proyectos y de las prácticas de la administración general. En el caso colombiano, ante la firma de tratados de libre comercio y en donde se ha evidenciado una gran disminución en la remuneración económica que el profesional de la ingeniería devenga como salario, el emprendimiento de ideas de negocio con una gestión eficiente no sólo permitirá un mejor nivel de vida e ingresos económicos para éstos profesionales, sino también impulsará la generación de nuevos empleos para el personal técnico y no profesional. La realización de una eficiente evaluación del proyecto y unos excelentes niveles de gestión garantizará la sostenibilidad del proyecto y la obtención de los resultados esperados en beneficio de la población afectada.

- Mediante la revisión de los conocimientos de la gestión de proyectos se sentaron las bases para la elaboración de un modelo de gestión de proyectos encaminado a que los trabajos de grado realizados por parte de los estudiantes de pregrado de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, involucren aquellos aspectos encaminados a asegurar la aplicabilidad y viabilidad de sus ideas de proyecto al momento de planificar sus actividades.

- Mediante la revisión de los conocimientos de la gestión de proyectos se sentaron las bases para la elaboración de un modelo de gestión de proyectos encaminado a que los trabajos de grado realizados por los estudiantes de pregrado de la Escuela de

Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, involucren aquellos aspectos encaminados a seguir y controlar los procesos de desarrollo de sus trabajos, mientras simultáneamente se verifica la aplicabilidad y viabilidad de sus trabajos de grado.

- El diseño del manual instructivo para la elaboración de trabajos de grado se elaboró con la finalidad que los futuros trabajos de grado de los estudiantes de pregrado de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, tengan en cuenta aquellos aspectos de la gestión de proyectos para asegurar la aplicabilidad y viabilidad de sus ideas de proyecto.
- Mediante la elaboración del modelo de evaluación se estipularon los parámetros básicos para determinar, por parte de los calificadores de los trabajos de grado de estudiantes de pregrado, si éstos poseen un análisis de aplicabilidad y viabilidad que les permita asegurar la sostenibilidad de la solución planteada en dichos trabajos.
- Mediante la implementación de la valoración del proceso semillas CIDLIS 2007, se comprobó que hay un buen nivel de asimilación por parte de estudiantes de Pregrado de las carreras de Ingenierías Electrónica, Sistemas e Industrial que se encuentran en etapa de formulación de su respectivo trabajo de grado, de los conocimientos asociados a la gestión de proyectos, fundamentales para la realización de cualquier tipo de proyectos en el CIDLIS, y válidos a implementar en el desarrollo de sus trabajos de grado; como se soporta en los resultados de los análisis por pregunta de la valoración.
- El desarrollo de la actividad del proyecto de asignatura del Curso de Estadística y Probabilidad para Ingenieros CEPI_I_2007 por parte de los estudiantes que cursaron la asignatura validó la viabilidad y aplicabilidad de los conocimientos y prácticas de la gestión de proyectos, soporte del desarrollo de este trabajo de grado, puesto que se evidenció la puesta en marcha de estudios estadísticos realizados a manera de proyecto con la metodología propuesta por este trabajo de grado.
- En la elaboración de los ensayos por parte de los estudiantes de CEPI_I_2007

referente a gestión de proyectos se evidenció que con la adecuada formación en esta área de conocimiento, es posible implementar los conocimientos brindados a las áreas de aplicación y de formación en ingeniería, favoreciendo el desarrollo de proyectos por parte de los estudiantes y quedando en claro que éstos conocimientos son aplicables a cualquier tipo de proyectos a desarrollar por ellos tanto en el transcurso de la asignatura como para ser tenidos en cuenta en futuros proyectos.

- Con la implementación de los conocimientos de gestión de proyectos en el proceso semillas del CIDLIS y en el proyecto del Curso de Probabilidad y Estadística para Ingenieros, se generaron competencias en los estudiantes para formular proyectos teniendo en cuenta los conocimientos y prácticas de la gestión de proyectos, en coherencia con las prácticas que el CIDLIS realiza cuando se aplica el ciclo PHVA en sus actividades.
- Se determinó que el modelo planteado por este trabajo fue satisfactorio para los procesos de E-Education que se trabajan desde el Centro de Innovación y Desarrollo para la Investigación en Ingeniería del Software debido a la aceptación por parte de los estudiantes que llevaron a cabo la respectiva capacitación en gestión de proyectos así como por aquellos que desarrollaron una idea de proyecto mediante la metodología planteada en el Curso de Probabilidad y Estadística para Ingenieros.

5.4. RECOMENDACIONES

- Después de la realización de este proyecto, se propone que se formule un nuevo proyecto en el cual implemente la metodología propuesta en este trabajo con miras a evaluar o mejorar el desempeño del modelo propuesto.
- Es recomendable que la Escuela de ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones adopte un modelo para el desarrollo de trabajos de grado que permita determinar aplicabilidad y viabilidad en los mismos con miras a implementar los productos ocasionados asociados a planes de negocio que les permita a los

futuros egresados generar empresa gracias al desarrollo de tecnología o investigación realizada en sus trabajos de grado.

- Se recomienda que la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones fomente la apertura del curso “Gestión de Proyectos” para sus estudiantes, con el fin que se familiaricen con los conceptos de la gestión de proyectos y puedan aplicarlos de una manera más adecuada en sus trabajos de grado, de la mano con el manual para la elaboración de trabajos de grado, anexo a este trabajo de grado.
- Dado que la implementación de este modelo fue satisfactoria dentro de las actividades trazadas para su determinación de aplicabilidad y viabilidad al interior del Centro de Innovación y Desarrollo, como en el Curso de Probabilidad y Estadística para Ingenieros, se propone que este modelo sea implementado al interior de los demás grupos de investigación de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, asociado a la elaboración de trabajos de grado adicionales por parte de los estudiantes con el fin de adaptar esta metodología en dichos grupos.
- Se recomienda que los calificadores de futuros trabajos de grado de estudiantes de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones tengan en cuenta las prácticas y conocimientos de la administración general y de la gestión de proyectos asociados al análisis de viabilidad y aplicabilidad de los trabajos de grado de los estudiantes de las carreras de Ingenierías Eléctrica y Electrónica.
- Se recomienda la realización de un estudio, asociado a un trabajo de grado, para verificar y validar la evaluación de aplicabilidad y viabilidad de los trabajos de grado de los Estudiantes de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, con el fin de sentar las bases para implementar este modelo en todas las carreras de Pregrado de las Escuelas adscritas a la Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas y de la Facultad de Ingenierías Físico – Químicas, por ser éstas las Dependencias responsables de la formación de Ingenieros en la Universidad Industrial de Santander.

- Debido a que este trabajo de grado ha planteado como posible la determinación de la aplicabilidad y viabilidad de dichos trabajos a nivel de pregrado, se propone que se formule un trabajo de investigación o proyecto de grado a nivel de los posgrados de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones con el fin de establecer un modelo similar al tratado en este trabajo de grado en los programas de formación de Especializaciones y Maestrías, asociados a los Grupos de Investigación de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AYALA, Jaime y JARAMILLO, Luis J., *Guía de Gestión de Proyectos*. Tercera Edición. Bogotá, ICFES, 1998, 108 p.
2. BERKUN, Scott, *The Art of Project Management*. Sebastopol, O'Reilly Media, Inc., 2005, 392 p.
3. Central Computers & Telecommunications Agency, *Prince 2 - Project Management Methodology*. Pennsylvania, Key Skills Limited, 1999, 326 p.
4. CIDER, *Reglamento de Trabajo de Grado* (online). Colombia. Universidad de los Andes. Disponible desde:
cider.uniandes.edu.co/@Estudiantes/Reglamento_trabajo_grado.htm
5. CIDLIS, *Instructivo para la Elaboración de Planes de Gestión de Proyectos*. Bucaramanga, Centro de Innovación y Desarrollo para la Innovación en Ingeniería del Software, 2006, 20 p.
6. CIDLIS, *Listas de Verificación del Plan de Gestión de Proyectos*. Bucaramanga, Centro de Innovación y Desarrollo para la Innovación en Ingeniería del Software, 2006, 34 p.
7. CIDLIS, *Plan de Gestión de Proyectos*. Bucaramanga, Centro de Innovación y Desarrollo para la Innovación en Ingeniería del Software, 2006, 34 p.
8. CIDLIS, *Red de Macroprocesos*. Bucaramanga, Centro de Innovación y Desarrollo para la innovación en Ingeniería del Software, 2006.

9. CHARVAR, Jason, *Project Management Methodologies Selecting, Implementing, and Supporting Methodologies and Processes for Projects*. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc., 2003, 308 p.
10. COOPER, Dale F., GREY, Stephen, RAYMOND, Geoffrey y WALKER, Phil, *Project Risk Management Guidelines*. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc., 2005, 398 p.
11. DINSMORE, Paul C., *The AMA Handbook of Project Management*. Boston, AMACOM Books, 1993, 489 p.
12. Dirección de Poblaciones y Proyectos Intersectoriales, *Proyecto de Educación Rural - PER, taller de interventoría* [online]. República de Colombia, Ministerio de Educación Nacional. Portable Document Format. Disponible desde:
www.mineducacion.gov.co/1621/articles-89732_archivo_ppt5.ppt
13. Escuela de Finanzas y Estudios Internacionales, *Guía para Elaboración y Presentación de Trabajos de Grado* (online). Colombia. Fundación Universitaria San Martín. Portable Document Format. Disponible desde:
www.sanmartin.edu.co/academico_new/finanzas/GUIA_TRABAJO_GRADO.pdf
14. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, *Reglamento sobre Trabajos de Grado de la Escuela de Economía* [online]. Venezuela, Universidad Católica Andrés Bello. Portable Document Format. Disponible desde:
www.ucab.edu.ve/ucabnuevo/reglamentos/recursos/10_02_01.pdf
15. FONADE, *Manual de interventoría* [online]. Colombia. Portable Document Format. Disponible desde:
web.fonade.gov.co/cliente/documentos/menu_MGSOR03_Manual_de_Interventoria.pdf
16. FORSBERG, Kevin, *The Fast Forward MBA in Project Management*. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc., 2005, 480 p.

17. GALLARDO, Yolanda y MORENO, Adonay, *Serie Aprender a Investigar Módulo 3: Recolección de la Información*. Tercera Edición. Bogotá, ICFES, 1999, 152 p.
18. GALLARDO, Yolanda y MORENO, Adonay, *Serie Aprender a Investigar Módulo 4: Análisis de la Información*. Tercera Edición. Bogotá, ICFES, 1999, 152 p.
19. Harvard Business School, *Project Management Manual* [online]. 1996. Portable Document Format. Disponible desde:
<http://surahyo.googlepages.com/HarvardBusinessSchool-ProjectManagem.pdf>
20. HELDMAN, Kim, *Project Management Professional Study Guide*. San Francisco, SYBEX, 2002, 538 p.
21. HUGHES, Bob y COTTERELL, Mike, *Software Project Management*. Segunda Edición. London, McGraw-Hill, 1999, 396 p.
22. JARAMILLO, Luis J., *Serie Aprender a Investigar Módulo 1: Ciencia, Tecnología, Sociedad y Desarrollo*. Tercera Edición. Bogotá, ICFES, 1999, 145 p.
23. KERZNER, Harold, *Strategic Planning for Project Management using a Project Management Maturity Model*. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc., 2005, 270 p.
24. MARTIN, Paula y TALE, Karen, *Getting Started in Project Management*. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc., 2001, 269 p.
25. MÉNDEZ, Rafael, *Formulación y Evaluación de Proyectos. Enfoque para Emprendedores*. Tercera Edición. Colombia, Orlando Fernández Palma, 2004, 352 p.
26. NELSON, Bob y ECONOMY, Peter, *The Management Bible*. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc., 2001, 302 p.
27. NEWELL, Michael W., *Preparing for the Project Management Professional (PMP) Certification Exam*. New York, AMACOM Books, 2005, 378 p.

28. PANDE, Peter S., NEUMAN, Robert P. y CAVANAGH, Roland R., *The Six Sigma Way*. New York, McGraw-Hill, 2002, 88 p.
29. Project Management Institute Inc., *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK)*. Tercera Edición. Pennsylvania, 2004, 409 p.
30. Project Management Institute Inc., *Organizational Project Management Maturity Model (OPM3)*. Pennsylvania, 2003, 195 p.
31. TAMAYO, Mario, *Serie Aprender a Investigar Módulo 2: La Investigación*. Tercera Edición. Bogotá, ICFES, 1999, 140 p.
32. TAMAYO, Mario, *Serie Aprender a Investigar Módulo 5: Proyecto de Investigación*. Tercera Edición. Bogotá, ICFES, 1999, 152 p.
33. THOMSETT, Michael C., *The Little Black Book of Project Management*. New York, AMACOM Books, 1990, 182 p.
34. TREGOE, Kepner, *Project Management*. New York, Kepner Tregoe Inc. 1987, 175 p.
35. Universidad industrial de Santander, *Acuerdo 004 de 2007 por el cual se modifica el Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado, en su Título V, Capítulo IX "del Trabajo de Grado"* [online]. Colombia. Portable Document Format. Disponible desde: https://www.uis.edu.co/portal/doc_interes/consejo_superior/Feb12_2007/Acuerdo_004.pdf
36. VERZUH, Eric, *The Fast Forward MBA in Project Management*. Segunda Edición. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc., 2005, 416 p.
37. VERZUH, Eric, *The Portable MBA in project Management*. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc., 2003, 450 p.

ANEXOS

ANEXO 1. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LAS MODALIDADES COMUNES DEL REGLAMENTO ACADÉMICO DE PREGRADO Y EL ACUERDO 004 DE 2.007

Para revisar este anexo, remítase al archivo en versión *portable document format* ubicado en: \Anexos\Anexo 1. Comparaciones entre las modalidades comunes.PDF.

**ANEXO 2. ENCUESTA APLICADA A ESTUDIANTES Y EGRESADOS DE LAS
CARRERAS DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA DE LA UNIVERSIDAD
INDUSTRIAL DE SANTANDER**

Para revisar este anexo, remítase al archivo en versión *portable document format* ubicado en: \Anexos\Anexo 2. Formato Encuesta.PDF.

ANEXO 3. RED DE MACROPROCESOS CIDLIS

Para revisar este anexo, remítase al archivo en versión *portable document format* ubicado en: \Anexos\Anexo 3. Red de Macroprocesos CIDLIS.PDF.

**ANEXO 4. ANÁLISIS DEL REGLAMENTO DE UNIVERSIDADES NACIONALES E
INTERNACIONALES REFERENTES AL DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE
PROYECTOS DE GRADO.**

Para revisar este anexo, remítase al archivo en versión *portable document format* ubicado en: \Anexos\Anexo 4. Análisis del Reglamento de Universidades Nacionales e Internacionales.PDF.

ANEXO 5. LISTA DE CHEQUEO APLICADA A UNIVERSIDADES ANALIZADAS

Para revisar este anexo, remítase al archivo en formato Libro de Microsoft Excel 2003, ubicado en: \Anexos\Anexo 5. Lista de chequeo aplicada a universidades analizadas.XLS.

ANEXO 6. GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJOS DE GRADO.

Para revisar este anexo, remítase al archivo en versión *portable document format* ubicado en: \Anexos\Anexo 6. Manual Instructivo.PDF.

ANEXO 7. FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DEL ALCANCE PRELIMINAR DEL TRABAJO DE GRADO

Para revisar este anexo, remítase al archivo en formato Documento de Microsoft Word 2003, ubicado en: \Anexos\Anexo 7. Formato para la Presentación del Alcance Preliminar.DOC.

ANEXO 8. FORMATOS DEL MODELO DE EVALUACIÓN

Para revisar este anexo, remítase al archivo en formato Libro de Microsoft Excel 2003, ubicado en: \Anexos\Anexo 8. Formatos Modelo de Evaluación.XLS.

ANEXO 9. PRESENTACIÓN GESTIÓN DE PROYECTOS

Para revisar este anexo, remítase al archivo en formato Presentación de Microsoft Power Point 2003, ubicado en: \Anexos\Anexo 9. Presentación Gestión de Proyectos.PPT.

ANEXO 10. FORMATO DE EVALUACIÓN SEMILLAS CIDLIS 2007.

Para revisar este anexo, remítase al archivo en versión *portable document format* ubicado en: \Anexos\Anexo 10. Evaluación Semillas CIDLIS 2007.PDF.

ANEXO 11. RESULTADOS POR PREGUNTA DE LA EVALUACIÓN DE SEMCI_2007.

Para revisar este anexo, remítase al archivo en versión *portable document format* ubicado en: \Anexos\Anexo 11. Resultados de la Evaluación de SEMCI_2007 por Pregunta.PDF.

ANEXO 12. DOCUMENTOS DE SOPORTE DE CEPI_I_2007.

Para revisar este anexo, remítase al archivo en versión *portable document format* ubicado en: \Anexos\Anexo 12. Documentos de Soporte de CEPI_I_2007.PDF.

**ANEXO 13. PROYECTO PRESENTADO POR LA GRAPA 5 - DAJAMAYÚ – GRUPO D1
CEPI_I_2007.**

Para revisar este anexo, remítase al archivo en versión *portable document format* ubicado en: \Anexos\Anexo 13. Grapa 5 D1 DaJaMaYú.PDF.

**ANEXO 14. PROYECTO PRESENTADO POR LA GRAPA 6 - ELECTROINGENIO –
GRUPO D1 CEPI_I_2007.**

Para revisar este anexo, remítase al archivo en versión *portable document format* ubicado en: \Anexos\Anexo 14. Grapa 6 D1 Electroingenio.PDF.

**ANEXO 15. PROYECTO PRESENTADO POR LA GRAPA 1 – E3T UIS – GRUPO H1
CEPI_I_2007.**

Para revisar este anexo, remítase al archivo en versión *portable document format* ubicado en: \Anexos\Anexo 15. Grapa 1 H1 E3T UIS.PDF.

**ANEXO 16. CERTIFICACIONES EMITIDAS POR EL CENTRO DE INNOVACIÓN Y
DESARROLLO PARA LA INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA DEL SOFTWARE –
CIDLIS.**

Para revisar este anexo, remítase al archivo en versión *portable document format* ubicado en: \Anexos\Anexo 16. Certificados Emitidos por el CIDLIS.PDF.