

**DISEÑO DE UN MODELO PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES DE
TRABAJO DE GRADO USANDO COMO REFERENCIA EL CMMI
(CAPABILITY MATURITY MODEL INTEGRATION) FOR DEVELOPMENT
VERSION 1.2.**

PEDRO NEL GÓMEZ GÓMEZ

**ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
Bucaramanga
2010**

**DISEÑO DE UN MODELO PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES DE
TRABAJOS DE GRADO USANDO COMO REFERENCIA EL *CMMI*
(*CAPABILITY MATURITY MODEL INTEGRATION*) FOR DEVELOPMENT
VERSION 1.2.**

PEDRO NEL GÓMEZ GÓMEZ

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Electrónico

**Director
Ph.D. Ricardo Llamosa Villalba
Co-Director
Ing. Sergio Enrique Méndez Aceros**

**ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
Bucaramanga
2010**

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios y a la Virgen por todo lo que me han dado.

Dedico este trabajo a:

*Mi mamá por ser tan especial conmigo, darme la vida,
preocuparse por mí y hacer cualquier sacrificio para que no me falte nada.*

*Mi papá por levantarse cada mañana a trabajar para darme todo,
por su cariño y apoyo.*

*Paola, mi novia, quien ha estado a mi lado desde hace más de dos años dándome su amor,
viviendo juntos los mejores momentos de nuestras vidas.*

*Mauricio, mi hermano, por tener siempre una sonrisa en su rostro
y compartir sus alegrías conmigo.*

Matías, mi sobrino, bendición de Dios que llenó de gozo nuestro hogar.

Mis familiares y amigos quienes siempre han estado presentes en mi vida.

Pedro Nel Gómez Gómez.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. DEFINICIÓN DEL CMMI	4
1.1 Estructura del CMMI	9
1.2 Área de proceso Planificación del Proyectos	16
1.3 Estado Actual	22
1.4 Organización del documento	24
2. Diagnóstico Inicial	25
2.1. Encuesta Realizada a los Profesores de la E ³ T	26
2.1.1. Cuestionario y Ficha Técnica.....	26
2.1.2. Interpretación de Resultados	27
2.2. Encuesta Realizada a los Estudiantes de la E ³ T	29
2.2.1. Ficha Técnica	30
2.2.2. Interpretación de Resultados	30
2.3. Formato Revisión de Planes de Trabajo de Grado	33
2.3.1. Ficha Técnica	34
2.3.2. Interpretación de Resultados	34
2.4. Listado con las principales oportunidades de mejora de los estudiantes en la planificación de sus trabajos de grado, con sus causas y posibles soluciones referenciadas en el área de proceso de planificación de proyectos del CMMI for Development, versión 1.2.....	36
3. Propuesta del Modelo	37
4. CONCLUSIONES.....	58
5. RECOMENDACIONES	60
GLOSARIO	62
ACRÓNIMOS.....	67
BIBLIOGRAFÍA.....	70
ANEXOS	72
Preámbulo	84
Estilo de redacción y ortografía.....	85

Presentación del plan de acuerdo con la norma técnica colombiana NTC 1486 (Sexta actualización julio 23 de 2008) para documentación, presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación.....	87
Preliminares	89
Desarrollo del plan tomando como referencia el CMMI (Capability Maturity Model Integration) for Development, versión 1.2	91
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO	94
CODIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO (SI SE HA ASIGNADO)	94
AUTORES DEL TRABAJO DE GRADO	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Historia del CMMI	4
Figura 2. Estructura del CMM	11
Figura 3. Representaciones del Modelo	13
Figura 4. ÁREA DE PROCESO: PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS (PP)	17
Figura 5. ÁREA DE PROCESO: PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS (PP) (Continuación).....	18
Figura 6. ÁREA DE PROCESO: PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS (PP) (Continuación).....	19
Figura 7. ÁREA DE PROCESO: PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS (PP) (Continuación).....	20
Figura 8. ÁREA DE PROCESO: PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS (PP) (Continuación).....	21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Constelaciones de CMMI	5
Tabla 2. Gestión de Procesos.....	6
Tabla 3. Gestión de proyectos	7
Tabla 4. Ingeniería.....	8
Tabla 5. Soporte	9
Tabla 6 Calificación según niveles del Modelo	14

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. FORMATO DE ENCUESTA A PROFESORES.....	72
ANEXO 2. FORMATO DE ENCUESTA A ESTUDIANTES.....	76
ANEXO 3. FORMATO DE EVALUACIÓN DE PLANES DE TRABAJO DE GRADO.....	78
ANEXO 4. LISTA DE OPORTUNIDADES DE MEJORA Y SUS POSIBLES SOLUCIONES REFERENCIADAS EN EL ÁREA DE PROCESO DE PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS DEL CMMI FOR DEVELOPMENT, VERSIÓN 1.2.....	81
ANEXO 5. INSTRUCTIVO PARA EL USO DEL MODELO OBTENIDO COMO PRODUCTO FINAL DEL TRABAJO DE GRADO QUE LLEVA COMO TÍTULO: “DISEÑO DE UN MODELO PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES DE TRABAJOS DE GRADO USANDO COMO REFERENCIA EL CMMI (CAPABILITY MATURITY MODEL INTEGRATION) FOR DEVELOPMENT, VERSION 1.2”.....	84
ANEXO 6. MODELO PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES DE TRABAJOS DE GRADO USANDO COMO REFERENCIA EL CMMI (CAPABILITY MATURITY MODEL INTEGRATION) FOR DEVELOPMENT, VERSION 1.2.....	92

RESUMEN

TÍTULO: DISEÑO DE UN MODELO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJOS DE GRADO USANDO COMO REFERENCIA EL *CMMI (CAPABILITY MATURITY MODEL INTEGRATION) FOR DEVELOPMENT VERSION 1.2*.¹

AUTOR: PEDRO NEL GÓMEZ GÓMEZ²

PALABRAS CLAVES: CMMI (CAPABILITY MATURITY MODEL INTEGRATION) FOR DEVELOPMENT VERSION, elaboración de planes de trabajo de grado, modelo de plan de trabajo de grado, norma técnica ICONTEC para trabajos de grado.

DESCRIPCIÓN:

A pesar que en la actualidad en la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones, existe una plantilla para la elaboración de planes de trabajos de grado, no es común que los estudiantes la usen como guía formal para la ejecución del documento exigido como plan de trabajo de grado.

Ante esta situación, el presente proyecto plantea como una posible solución, la implementación de una guía para la elaboración de planes de trabajo de grado, sustentada en la teoría del CMMI for development, versión 1.2. Lo anterior con el fin de brindar lineamientos a los estudiantes de los programas de pregrado de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones para crear el documento que compila el plan de su trabajo de grado, exigido como requisito para la aprobación de la asignatura "Trabajo de Grado I".

Previo a la realización del modelo, se tomó como insumo la realización de una serie de encuestas a profesores y estudiantes vinculados a la E³T, con el fin de identificar aquellos factores determinantes que dificultan en la actualidad la realización adecuada de los planes de trabajo de grado, de acuerdo con la normatividad existente y las mejores prácticas de gestión de proyectos conforme a CMMI.

¹ Proyecto de Investigación.

² Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas, Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

ABSTRACT

TITLE:

DESIGN OF A MODEL FOR THE DEVELOPMENT OF DEGREE WORK PLANS USING THE CMMI (*Capability Maturity Model Integration*) FOR DEVELOPMENT VERSION 1.2 AS A REFERENCE³

AUTHOR: PEDRO NEL GÓMEZ GÓMEZ⁴

KEY WORDS: CMMI (Capability Maturity Model Integration) FOR DEVELOPMENT VERSION 1.2, development of degree project plans, model of a degree work plan, ICONTEC technical standard for degree works.

DESCRIPTION:

Although currently in the School of Electrical Engineering, Electronics and Telecommunications, exists a template for the development of degree project plan, it is not a formal guide for students to implement the document required as degree work plan.

By taking into account the above situation, the current project sets out the implementation of a guide for elaborating degree project plan, based on CMMI for Development, Version 1.2. This in order to provide a guidance to ungraduated students of School of Electrical, Electronics and Telecommunications Engineerings so that they are able to create the document which compiles the degree project plan, required as a prerequisite for the approval of the subject "Degree Project I".

Prior to the completion of the model, the implementation of a series of surveys to teachers and students linked to E³T was taken as input, in order to identify those determinants that currently hamper the proper conduct of the degree project plan according to current norms and best practices for project management concerning CMMI.

³ Research Project.

⁴Physics Mechanical Engineering Faculty, School of Electrical Engineering, Electronics and Telecommunications

INTRODUCCIÓN

“Un plan de proyecto es aquel plan que proporciona la base para ejecutar y controlar las actividades del proyecto”¹ . Esta actividad permite mejorar la calidad del producto final del proceso y ser más eficientes a la hora de realizar un proyecto. Además, dicho modelo establece un mapa a seguir para la realización de las actividades, orientación y definición del trabajo que debe ejecutar el equipo para la consecución de los resultados esperados, como se especifica en el Reglamento Académico Estudiantes de Pregrado [15], para el caso de los programas de pregrado de la Universidad Industrial de Santander. Cabe aclarar que el plan de trabajo de grado, puede verse como un proyecto, ya que conlleva las mismas etapas del mismo, sin dejar de ser un requisito para obtener un título profesional; se hace la anterior aclaración con el fin de expresar que a partir de este punto no se hará diferenciación entre los dos términos.

Algunos de los problemas al momento de llevar a cabo la planificación de un proyecto son, entre otros: la falta de habilidades y destrezas para la identificación de los requisitos, el planteamiento de objetivos confusos e inalcanzables, y grandes desequilibrios entre los parámetros de costo, tiempo y alcance, como se podrá evidenciar en capítulos posteriores, de acuerdo a la interpretación de la información recolectada durante las actividades de este trabajo de grado.

Dada su importancia en la consecución de los objetivos se han realizado varios modelos, como los mencionados en los siguientes párrafos, en los cuales se toman las mejores prácticas en este campo para la planificación de proyectos.

¹ CMMI, Guía para la Integración de Procesos y la Mejora de Productos (ISBN: 9788478290963). [En línea] Pearson Educación, S.A. en el año 2009. Segunda edición , Pág.631, [Consultado el 20 de julio de 2009]. disponible en: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/translations/spanish/cmmi-dev-v12-spanish.pdf>

Estas prácticas han sido lanzadas como modelos para la realización de proyectos a nivel organizacional y académico, teniendo en cuenta las áreas de conocimiento tales como integración, alcance, tiempo, costos, recurso humano, adquisición, comunicación, riesgos y calidad, las cuales son tomadas desde el contexto de PMI² que es el estándar americano para la gestión de proyectos [2]. En Europa se tiene el PRINCE³ 2 el cuál provee herramientas para esta misma área.

Tanto el PMI como el PRINCE 2 son tomados como base en la concepción de CMMI⁴ el cual traduce Modelo de Madurez y de Capacidad Integrado. En el presente trabajo se da importancia a la planificación de proyectos, tomando como referente principal el área de proceso de Planificación de Proyectos de CMMI V1.2., además de elementos indispensables del Marco de Trabajo del CMMI para la correcta aplicación del mismo.

En el año 2007 los estudiantes de Ingeniería Electrónica, Sergio Enrique Méndez Aceros y Diego Armando Reyes Santos plantearon un trabajo de grado en el cual determinaban el grado de viabilidad y aplicabilidad de los trabajos de grado para su implementación en los grupos de investigación; entre sus logros más representativos está un estudio que determinó en ese momento las prácticas que los estudiantes estaban teniendo en cuenta y la viabilidad y aplicabilidad de la metodología y temática tratada al ser desplegada cognitivamente en el proceso semillas del CIDLIS con estudiantes de Ingenierías Electrónica, de Sistemas e Industrial de la Universidad Industrial de Santander.

Además, un despliegue práctico en el curso de estadística de ese entonces teniendo en cuenta el nivel de los estudiantes participantes de dicho experimento, y que, dado el positivo resultado que se obtuvo de dicha

² *Project Management Institute.*

³ *Projects in Controlled Environments*

⁴ *Capability Maturity Model Integration*

experiencia, se sigue implementando en dicho curso tal metodología. Esto es un gran antecedente, ya que en este trabajo se creó una guía para los trabajos de grado [3], resaltando la importancia de la etapa de planificación del mismo, aspecto que es el tema central del desarrollo del presente trabajo de grado, que va a enlazar las prácticas de CMMI para darle un mayor sustento y más aún teniendo en cuenta la experiencia de CIDLIS en ese campo.

El modelo creado debe cumplir con la norma técnica colombiana NTC 1486 (Sexta actualización julio 23 de 2008) para documentación, presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación⁵. Por tal motivo dicha norma es mencionada en diferentes ocasiones durante el desarrollo de este documento, cumpliendo con lo establecido en el “*Acuerdo No. 164 DE 2003 (diciembre 16), Por el cual se aprueba un nuevo procedimiento para la entrega en Biblioteca de los trabajos de grado, trabajos de investigación o tesis*”⁶.

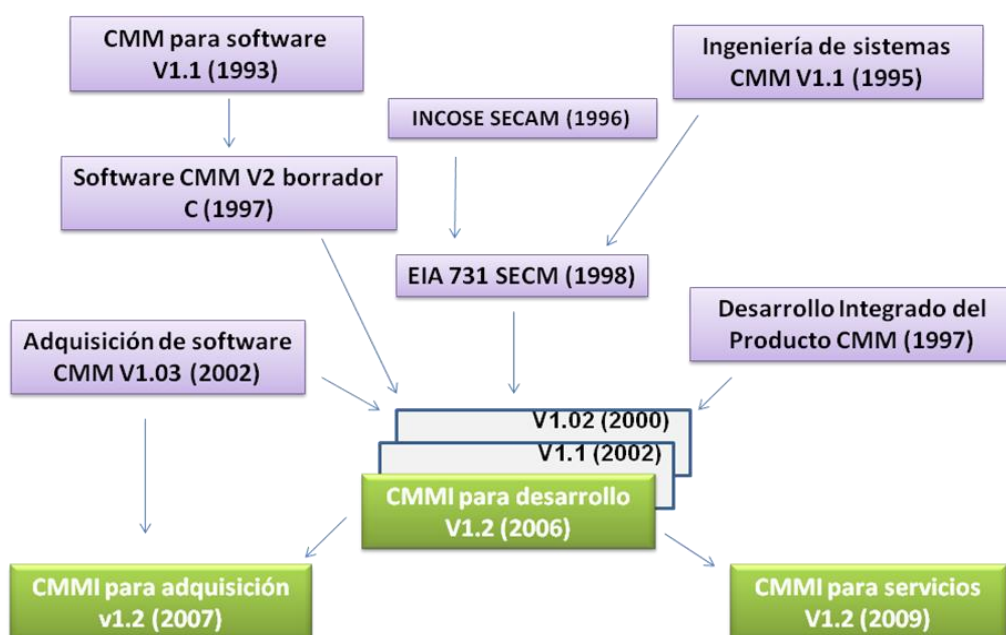
⁵ ICONTEC. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1486 (SEXTA ACTUALIZACIÓN JULIO 23 DE 2008) [En línea] para DOCUMENTACIÓN, PRESENTACIÓN DE TESIS, TRABAJOS DE GRADO Y OTROS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN. Pág. 29 [Consultado el 27 de Julio del 2009]. Disponible en internet: http://www.icontec.org/BancoConocimiento/C/compendio_de_tesis_y_otros_trabajos_de_grado/compendio_de_tesis_y_otros_trabajos_de_grado.asp?CodIdioma=ESP

⁶ A C U E R D O No. 164 DE 2003 (diciembre 16), ARTÍCULO 2º. Las pautas generales para la entrega en formato digital de trabajos de grado, trabajos de investigación o tesis, página 4. Disponible en: <http://www.uis.edu.cobiblioteca-enlacesdeinter%e9s-documento-acuerdo164/2003>

1. DEFINICIÓN DEL CMMI

CMMI es la sigla de *Capability Maturity Model Integration* que significa Modelo de Madurez y de Capacidad Integrado; es un modelo desarrollado por el Instituto de Ingeniería de Software⁷ de la Universidad Carnegie Mellon. Este modelo es resultado de un trabajo de investigación patrocinado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos. Antes del año 2000 se hablaba de tres modelos: Ingeniería Software (SW-CMMI), Ingeniería de Sistemas (SE-CMMI) y el modelo para Desarrollo Integrado de Productos (IPD-CMMI), los cuales fueron integrados para tener como resultado el marco de trabajo CMMI.

Figura 1. Historia del CMMI



Fuente: CMMI, Guía para la Integración de Procesos y la Mejora de Productos (ISBN: 9788478290963). [En línea] Pearson Educación, S.A. en el año 2009. Segunda edición, [Consultado el 20 de julio de 2009]. Disponible en: <http://www.sei.cmu.edu/cmml/translations/spanish/cmml-dev-v12-spanish.pdf>. Modificado por el autor del trabajo de grado.

“CMMI (Capability Maturity Model Integration) es un modelo de madurez de mejora de los procesos para el desarrollo de productos y de servicios. Consiste en las mejores prácticas que tratan las actividades de desarrollo y de

⁷ C. M. University, CMMI R for Development, Version 1.2. [En línea] Software Engineering Institute [Consultado en agosto de 2006]. disponible en: <http://www.sei.cmu.edu/publications/pubweb.html>

*mantenimiento que cubren el ciclo de vida del producto, desde la concepción a la entrega y el mantenimiento.*⁸

En la actualidad existen tres “constelaciones”⁹ las cuales se describirán en la siguiente tabla:

Tabla 1. Constelaciones de CMMI

Constelación	Propósito	Lanzamiento
CMMI para Desarrollo (CMMI-DEV)	Guía para medir, gestionar y controlar el proceso de desarrollo	Agosto 2009
CMMI para Adquisición (CMMI-ACQ)	Asesora en el proceso de adquisición de productos y servicios.	Noviembre 2007
CMMI para Servicios (CMMI- SVC)	Ayuda a mejorar la prestación de servicios en las organizaciones y clientes externos.	Febrero 2009

Fuente: CMMI, Guía para la Integración de Procesos y la Mejora de Productos (ISBN: 9788478290963). [En línea] Pearson Educación, S.A. en el año 2009. Segunda edición, [Consultado el 20 de julio de 2009]. Disponible en: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/translations/spanish/cmmi-dev-v12-spanish.pdf>. Modificado por el autor del trabajo de grado.

El núcleo contiene 16 áreas de proceso que tienen propósitos iguales en todas las constelaciones, pero algunas prácticas según sea el caso, difieren en descripción y finalidad de acuerdo a la constelación aplicante. En este trabajo se toma como base CMMI para desarrollo que está compuesto por 22 áreas de proceso divididas en 4 categorías. Éstas son [5]:

Gestión de Procesos: *“Las áreas de proceso de Gestión de procesos contienen las actividades transversales a los proyectos relacionadas con la*

⁸ CMMI, Guía para la Integración de Procesos y la Mejora de Productos (ISBN: 9788478290963). [En línea] Pearson Educación, S.A. en el año 2009. Segunda edición, Pág. XI, (Prefacio) [Consultado el 20 de julio de 2009]. disponible en:

<http://www.sei.cmu.edu/cmmi/translations/spanish/cmmi-dev-v12-spanish.pdf>

⁹ Colección de componentes de CMMI que incluye un modelo, sus materiales de formación y los documentos de evaluación concernientes a un dominio de interés.

*definición, planificación, despliegue, implementación, monitorización, control, evaluación, medición y mejora de los procesos*¹⁰.

Tabla 2. Gestión de Procesos

Área de Procesos	Propósito ¹¹ .
Enfoque de procesos de la organización. (OPF)	Planificar, implementar y desplegar las mejoras de procesos de la organización, basadas en una comprensión completa de las fortalezas y debilidades actuales de los procesos y de los activos de proceso de la organización
Definición de procesos de la organización (OPD) + Desarrollo integrado de producto y de proceso (IPPD)	Establecer y mantener un conjunto usable de activos de proceso de la organización y de estándares del entorno de trabajo.
Formación organizativa (OT)	Desarrollar las habilidades y el conocimiento de las personas para que puedan realizar sus roles eficaz y eficientemente.
Rendimiento de procesos de la organización (OPP)	Establecer y mantener una comprensión cuantitativa del rendimiento del conjunto de procesos estándar de la organización en apoyo de los objetivos de calidad y de rendimiento de procesos, y proporcionar datos, líneas base y modelos de rendimiento de los procesos para gestionar cuantitativamente los proyectos de la organización.

Fuente: CMMI, Guía para la Integración de Procesos y la Mejora de Productos (ISBN: 9788478290963). [En línea] Pearson Educación, S.A. en el año 2009. Segunda edición, [Consultado el 20 de julio de 2009]. Disponible en: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/translations/spanish/cmmi-dev-v12-spanish.pdf>. Modificado por el autor del trabajo de grado.

Gestión de Proyectos: *“Las áreas de proceso de Gestión de proyectos cubren las actividades de gestión de proyectos relacionadas con la planificación, monitorización y control de proyectos*¹²”.

¹⁰ CMMI, Guía para la Integración de Procesos y la Mejora de Productos (ISBN: 9788478290963). [En línea] Pearson Educación, S.A. en el año 2009. Segunda edición, Pág. 72, [Consultado el 20 de julio de 2009]. disponible en:

<http://www.sei.cmu.edu/cmmi/translations/spanish/cmmi-dev-v12-spanish.pdf>

¹¹ *Ibíd.*, págs. 315, 293, 349 y 335

¹² CMMI Op Cit., p. 76

Tabla 3. Gestión de proyectos

Áreas de proceso	Propósito ¹³
Planificación de Proyecto (PP)	Establecer y mantener planes que definan las actividades del proyecto.
Monitorización y control del proyecto (PMC)	Proporcionar una comprensión del progreso del proyecto para que se puedan tomar las acciones correctivas apropiadas, cuando el rendimiento del proyecto se desvíe significativamente del plan.
Gestión de acuerdos con proveedores (SAM)	Gestionar la compra de productos.
Gestión integrada de proyecto (IPM) + Desarrollo integrado de producto y de proceso (IPPD)	Establecer y gestionar el proyecto y la involucración de las partes interesadas relevantes de acuerdo a un proceso integrado y definido que se adapta a partir del conjunto de procesos estándar de la organización.
Gestión de riesgos (RSKM)	Identificar los problemas potenciales antes de que ocurran para que las actividades de tratamiento de riesgos puedan planificarse e invocarse según sea necesario a lo largo de la vida del producto o del proyecto para mitigar los impactos adversos para alcanzar los objetivos.
Gestión cuantitativa de proyecto (QPM)	Gestionar cuantitativamente el proceso definido del proyecto para alcanzar los objetivos establecidos de calidad y de rendimiento del proceso del proyecto.

Fuente: CMMI, Guía para la Integración de Procesos y la Mejora de Productos (ISBN: 9788478290963). [En línea] Pearson Educación, S.A. en el año 2009. Segunda edición, [Consultado el 20 de julio de 2009]. Disponible en: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/translations/spanish/cmmi-dev-v12-spanish.pdf>. Modificado por el autor del trabajo de grado.

Ingeniería: *“Las áreas de proceso de Ingeniería cubren las actividades de desarrollo y de mantenimiento que se comparten entre las disciplinas de ingeniería. Las áreas de proceso de Ingeniería fueron escritas usando terminología general de ingeniería de tal forma que cualquier disciplina técnica*

¹³ CMMI, Guía para la Integración de Procesos y la Mejora de Productos (ISBN: 9788478290963). [En línea] Pearson Educación, S.A. en el año 2009. Segunda edición, Pág. 401, 387, 519, 221, 499, 439, [Consultado el 20 de julio de 2009]. disponible en: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/translations/spanish/cmmi-dev-v12-spanish.pdf>

implicada en el proceso de desarrollo del producto (p.ej., ingeniería del software o ingeniería mecánica) pueda usarlas para la mejora de procesos¹⁴”.

Tabla 4. Ingeniería

Áreas de proceso	Propósito ¹⁵
Desarrollo de requerimientos (RD)	Producir y analizar los requerimientos de cliente, de producto y de componente del producto.
Gestión de requerimientos (REQM)	Gestionar los requerimientos de los productos y de los componentes del producto del proyecto, e identificar inconsistencias entre esos requerimientos y los planes y productos de trabajo del proyecto.
Solución técnica (TS)	Diseñar, desarrollar e implementar soluciones para los requerimientos. Las soluciones, los diseños y las implementaciones engloban productos, componentes de producto y procesos del ciclo de vida asociados al producto, individualmente o en combinación, según sea apropiado.
Integración de producto (PI)	Ensamblar el producto a partir de sus componentes, asegurar que el producto, una vez integrado, funciona correctamente, y entregar el producto.
Verificación (VER)	Asegurar que los productos de trabajo seleccionados cumplen sus requerimientos especificados.
Validación (VAL)	Demostrar que un producto o componente de producto se ajusta a su uso previsto cuando se sitúa en su entorno previsto.

Fuente: CMMI, Guía para la Integración de Procesos y la Mejora de Productos (ISBN: 9788478290963). [En línea] Pearson Educación, S.A. en el año 2009. Segunda edición, [Consultado el 20 de julio de 2009]. Disponible en: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/translations/spanish/cmmi-dev-v12-spanish.pdf>. Modificado por el autor del trabajo de grado.

Soporte: *“Las áreas de proceso de Soporte cubren las actividades que dan soporte al desarrollo y al mantenimiento del producto. Las áreas de proceso de Soporte tratan los procesos que se usan en el contexto de la ejecución de otros*

¹⁴ *Ibíd.*, p.81

¹⁵ CMMI Op Cit., págs. 465, 487, 537, 367, 579, 565.

procesos. En general, las áreas de proceso de Soporte tratan los procesos que están orientados al proyecto y pueden tratar procesos que se aplican de manera más general a la organización.”¹⁶

Tabla 5. Soporte

Áreas de proceso	Propósito ¹⁷
Gestión de configuración (CM)	Establecer y mantener la integridad de los productos de trabajo utilizando la identificación de configuración, el control de configuración, el registro del estado de configuración y las auditorías de configuración.
Aseguramiento de la calidad de proceso y de producto (PPQA)	Proporcionar al personal y a la gerencia una visión objetiva de los procesos y de los productos de trabajo asociados.
Medición y análisis (MA)	Desarrollar y sustentar una capacidad de medición que se utiliza para poder dar soporte a las necesidades de información de la gerencia.
Análisis de decisiones y resolución (DAR)	Analizar las decisiones posibles utilizando un proceso de evaluación formal que evalúa alternativas identificadas frente a criterios establecidos.
Análisis causal y resolución (CAR)	Identificar las causas de defectos y de otros problemas, y tomar acción para prevenir que no ocurran en el futuro.

Fuente: CMMI, Guía para la Integración de Procesos y la Mejora de Productos (ISBN: 9788478290963). [En línea] Pearson Educación, S.A. en el año 2009. Segunda edición, [Consultado el 20 de julio de 2009]. Disponible en: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/translations/spanish/cmmi-dev-v12-spanish.pdf>. Modificado por el autor del trabajo de grado.

1.1 Estructura del CMMI

En la estructura de CMMI se tienen tres componentes de evidenciación de la implementación del modelo en la organización aplicante: los esperados, los informativos y los requeridos.

¹⁶ CMMI, Guía para la Integración de Procesos y la Mejora de Productos (ISBN: 9788478290963). [En línea] Pearson Educación, S.A. en el año 2009. Segunda edición, Pág.85, [Consultado el 20 de julio de 2009]. disponible en:

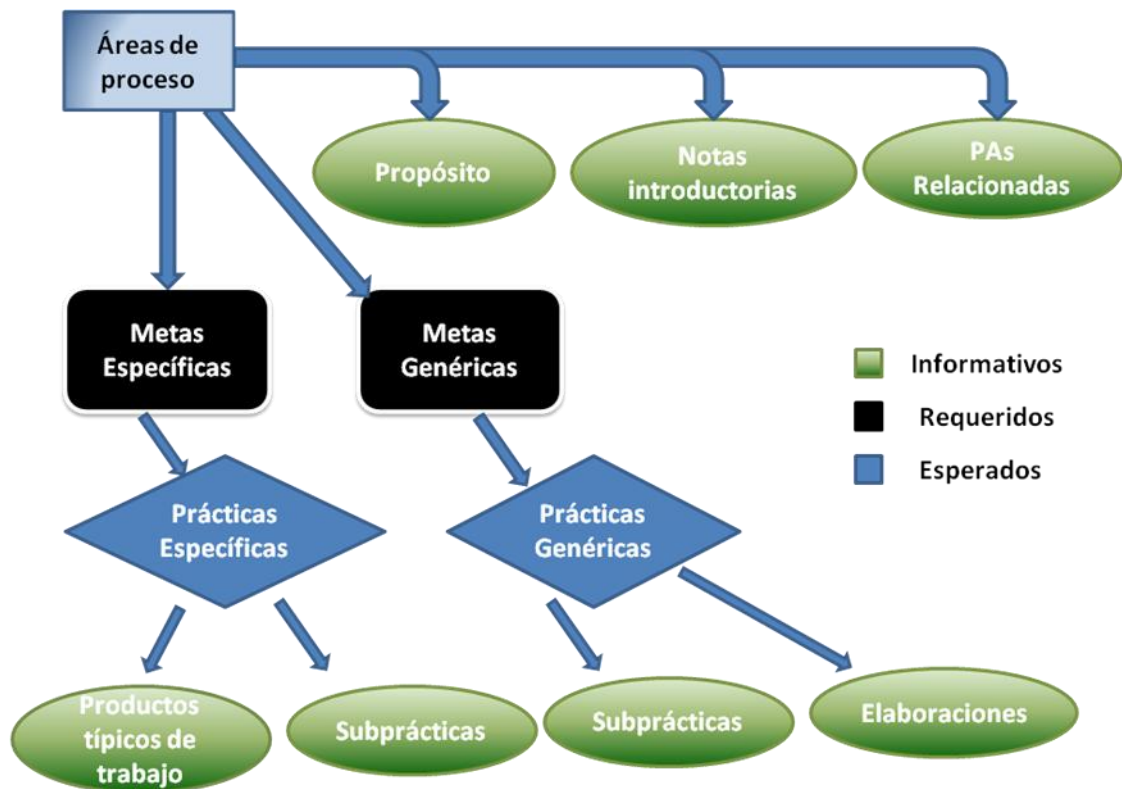
<http://www.sei.cmu.edu/cmmi/translations/spanish/cmmi-dev-v12-spanish.pdf>

¹⁷ *Ibíd.*, p. 191, 427, 253, 207, 177.

- **Componentes requeridos:** describen lo que una organización debe realizar para satisfacer un área de proceso. Este logro se debe implementar de forma visible en los procesos de una organización. Los componentes requeridos en CMMI son las metas específicas y los objetivos genéricos. La satisfacción de objetivos se utiliza en las evaluaciones como base para determinar si un área de proceso ha sido realizada y satisfecha.
- **Componentes esperados:** describen lo que una organización puede implementar para lograr un componente requerido. Los componentes esperados guían a los que implementan mejoras o realizan evaluaciones. Los componentes esperados incluyen las prácticas específicas y las prácticas genéricas. Antes de que los objetivos puedan considerarse satisfechos, las prácticas tal como se describen o prácticas aceptables alternativas a ellas, deberán estar presentes en los procesos planificados e implementados de la organización.
- **Componentes informativos:** proporcionan detalles que ayudan a las organizaciones a comenzar a pensar en cómo aproximarse a los componentes requeridos y esperados. Las sub-prácticas, los productos de trabajo típicos, las ampliaciones, las elaboraciones de las prácticas genéricas, los títulos de metas y prácticas, las notas de metas y prácticas, y las referencias son ejemplos de componentes informativos del modelo¹⁸.

¹⁸ CMMI Op Cit., p. 31-32

Figura 2. Estructura del CMM¹⁹



Fuente: CMMI, Guía para la Integración de Procesos y la Mejora de Productos (ISBN: 9788478290963). [En línea] Pearson Educación, S.A. en el año 2009. Segunda edición, [Consultado el 20 de julio de 2009]. Disponible en: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/translations/spanish/cmmi-dev-v12-spanish.pdf>. Modificado por el autor del trabajo de grado.

Ahora se detallan cada uno de los componentes en un área de proceso.

- **Metas Específicas:** Las metas específicas son cada uno de los componentes esperados en el modelo, es decir, al ser aplicadas en su totalidad satisfacen el área de proceso.
- **Prácticas Específicas:** Son descripciones de las actividades que se consideran importantes para el logro de las metas específicas asociadas a esta.

¹⁹ Modificada por el autor del presente proyecto

- **Metas y prácticas genéricas:** Estas metas y prácticas se deben cumplir para cada una de las áreas de proceso y su cumplimiento en la totalidad de áreas de proceso denota el nivel de madurez. Contienen las características que deben estar presentes para la institucionalización del proceso cuando se aplica el modelo.
- **Productos típicos de trabajo:** Este componente es del tipo informativo, son las salidas que se esperan al aplicar las prácticas específicas en determinada área de proceso. Son ejemplos de entregables en cada práctica.
- **Sub-prácticas:** Es una descripción que permite saber si se cumplen o no las metas y prácticas específicas en un área de proceso determinada. También proporciona orientación para la interpretación de las prácticas específicas.

1.1.1 **Representaciones del modelo.** Para la evaluación del modelo, la organización puede acoger una de las dos representaciones existentes; la representación escalonada y la representación continua. La representación continua ofrece una mejora focalizada de los procesos o a un conjunto de ellos relacionados a un área de proceso en el que desea mejorar una organización. Esta representación tiene 6 niveles que van del cero al cinco los cuales son llamados niveles de capacidad.

Figura 3. Representaciones del Modelo

NIVELES DE MADUREZ	➔	5	OID			CAR
	➔	4	OPP	QPM		
	➔	3	OPF OPD OT	IPM RSKM	RD, TS, VER, VAL, PI	DAR
	➔	2		PP PMC SAM	REQM	CM PPQA MA
		Nivel	Administración de procesos	Administración de proyectos	Ingeniería	Soporte
NIVELES DE CAPACIDAD						

Fuente: CMMI, Guía para la Integración de Procesos y la Mejora de Productos (ISBN: 9788478290963). [En línea] Pearson Educación, S.A. en el año 2009. Segunda edición, [Consultado el 20 de julio de 2009]. Disponible en: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/translations/spanish/cmmi-dev-v12-spanish.pdf>. Modificado por el autor del trabajo de grado.

La representación escalonada proporciona un método estructurado y sistemático de mejoramiento de procesos para perfeccionar etapas. En esta representación un nivel de madurez se alcanza cuando se cumplen los objetivos asociados a las áreas de proceso relacionadas a este nivel. Son 5 niveles de madurez los cuales van desde 1 hasta 5.

Tabla 6 Calificación según niveles del Modelo

	Representaciones	
	Continua	Escalonada
	Niveles de Capacidad	Niveles de Madurez
Nivel 0	Incompleto	N/A
Nivel 1	Realizado	Inicial
Nivel 2	Gestionado	Gestionado
Nivel 3	Definido	Definido
Nivel 4	Cualitativamente Gestionado	Cualitativamente Gestionado
Nivel 5	Optimizado	Optimizado

Fuente: CMMI, Guía para la Integración de Procesos y la Mejora de Productos (ISBN: 9788478290963). [En línea] Pearson Educación, S.A. en el año 2009. Segunda edición, [Consultado el 20 de julio de 2009]. Disponible en: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/translations/spanish/cmmi-dev-v12-spanish.pdf>. Modificado por el autor del trabajo de grado.

Como un ejemplo, la organización que desee certificarse en un nivel de madurez 2 conforme al CMMI debe satisfacer las siguientes áreas de proceso:

- (REQM)-Gestión de Requisitos.
- (PP)-Planificación de Proyectos.
- (MA)-Medición y Análisis.
- (PPQA)-Aseguramiento de la Calidad de los Procesos y los Productos.
- (CM)- Gestión de la Configuración.
- (SAM)-Gestión de Acuerdos con los Proveedores.
- (PMC)- Monitoreo y Control de Proyectos.

1.1.2. Evaluación del modelo

“Las evaluaciones de las organizaciones que usan el modelo CMMI deben ajustarse a los requerimientos definidos en el documento Requerimientos de la evaluación para CMMI –Appraisal Requirements for CMMI (ARC²⁰)”. La

²⁰ CMMI, Guía para la Integración de Procesos y la Mejora de Productos (ISBN: 9788478290963). [En línea] Pearson Educación, S.A. en el año 2009. Segunda edición , Pág.108, [Consultado el 20 de julio de 2009]. disponible en: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/translations/spanish/cmmi-dev-v12-spanish.pdf>

evaluación permite medir el estado en el que se encuentra una organización en comparación con las mejores prácticas de CMMI. Las dos guías que ayudan a comprender como debe realizarse la evaluación del modelo son la anteriormente mencionada Appraisal Requirements for CMMI (ARC) version 1.2²¹ y Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement (SCAMPI) version 1.2²².

En el primer documento se definen el conjunto de requisitos considerados indispensables para realizar la evaluación CMMI. SCAMPI es la referencia para la evaluación. La familia de evaluaciones SCAMPI son clase A, B y C. SCAMPI clase A es muy estricta y es la única que otorga un nivel de madurez o capacidad dependiendo de la representación escogida para la evaluación.

La clase B proporciona opciones para el alcance del modelo en la caracterización de las prácticas, es fijada en una escala y realizada en las prácticas implementadas. La clase C es mucho más flexible y puede ser definida por el usuario²³.

²¹ CMMI Product Development Team. ARC v1.2, Appraisal Requirements for CMMI, Version 1.2 (CMU/SEI-2006-TR-011). Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, July 2006; disponible en: www.sei.cmu.edu/publications/documents/01.reports/06tr011.html

²² CMMI Product Development Team. SCAMPI v1.2, Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement, Version 1.2: Method Definition Document (CMU/SEI-2006-HB-002). Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, July 2006; disponible en: www.sei.cmu.edu/publications/documents/06.reports/06hb002.html

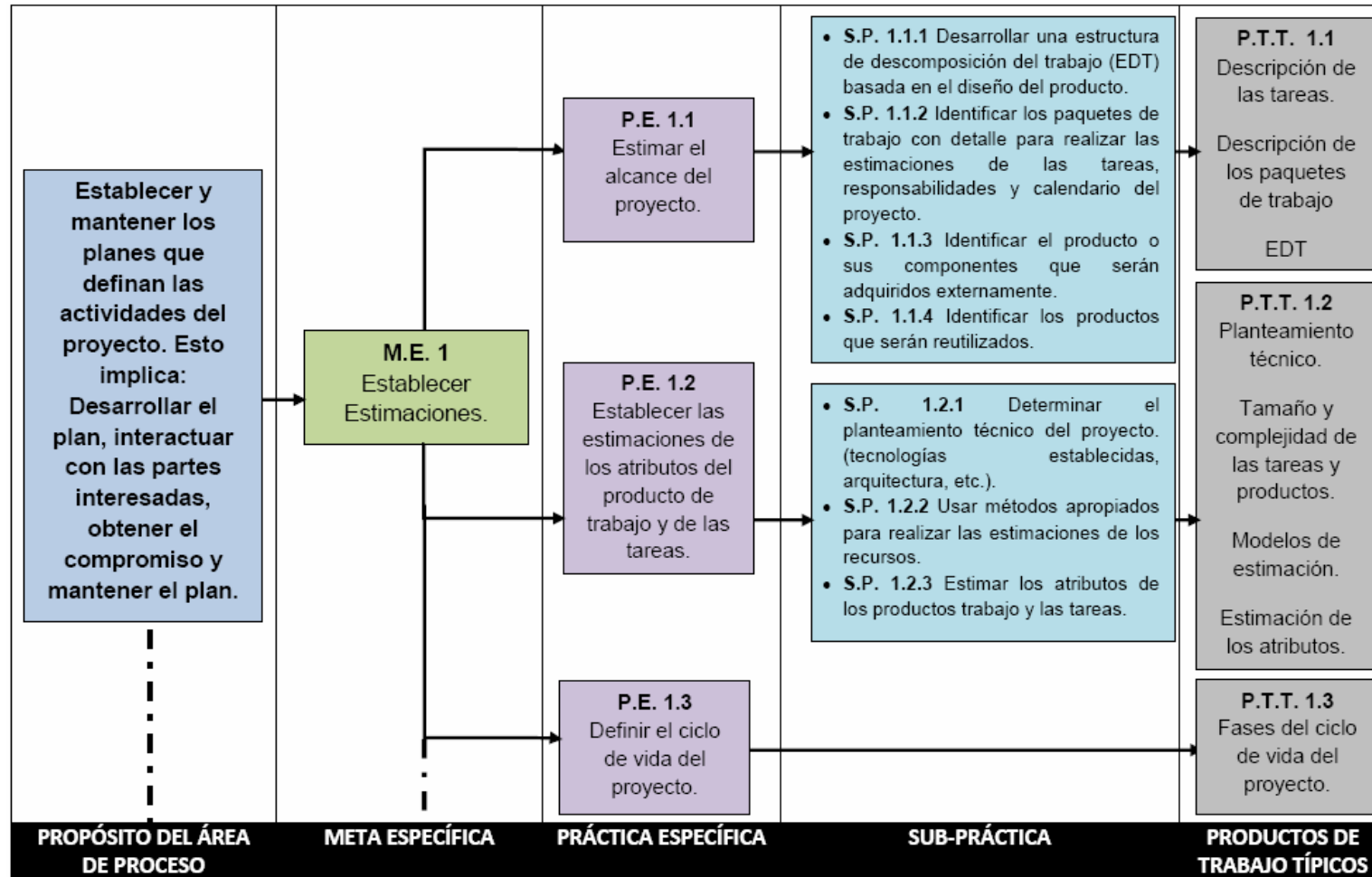
²³ consultado en www.sei.cmu.edu/cmmi/appraisals/appraisal.

1.2 Área de proceso Planificación del Proyectos

“El propósito de la Planificación de proyecto (PP) es establecer y mantener planes que definan las actividades del proyecto²⁴”. En las figuras siguientes se realiza un resumen del área de procesos de Planificación de Proyectos, describiendo su Propósito, Metas Específicas, Práctica Específicas, Sub-Prácticas y Productos de Trabajo Típicos.

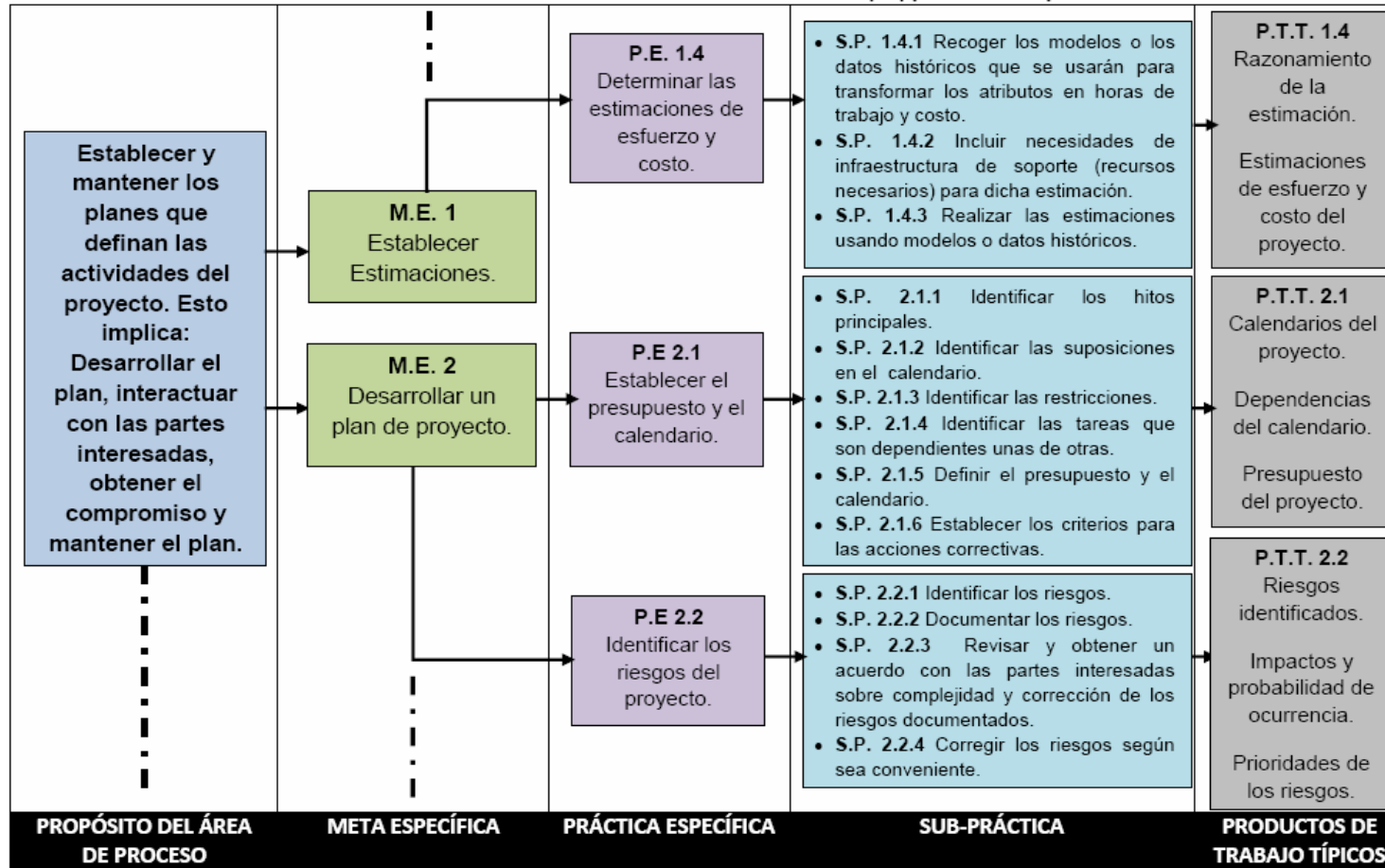
²⁴ CMMI, Guía para la Integración de Procesos y la Mejora de Productos (ISBN: 9788478290963). [En línea] Pearson Educación, S.A. en el año 2009. Segunda edición, Pág.401, [Consultado el 20 de julio de 2009]. disponible en:
<http://www.sei.cmu.edu/cmmi/translations/spanish/cmmi-dev-v12-spanish.pdf>

Figura 4. ÁREA DE PROCESO: PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS (PP)



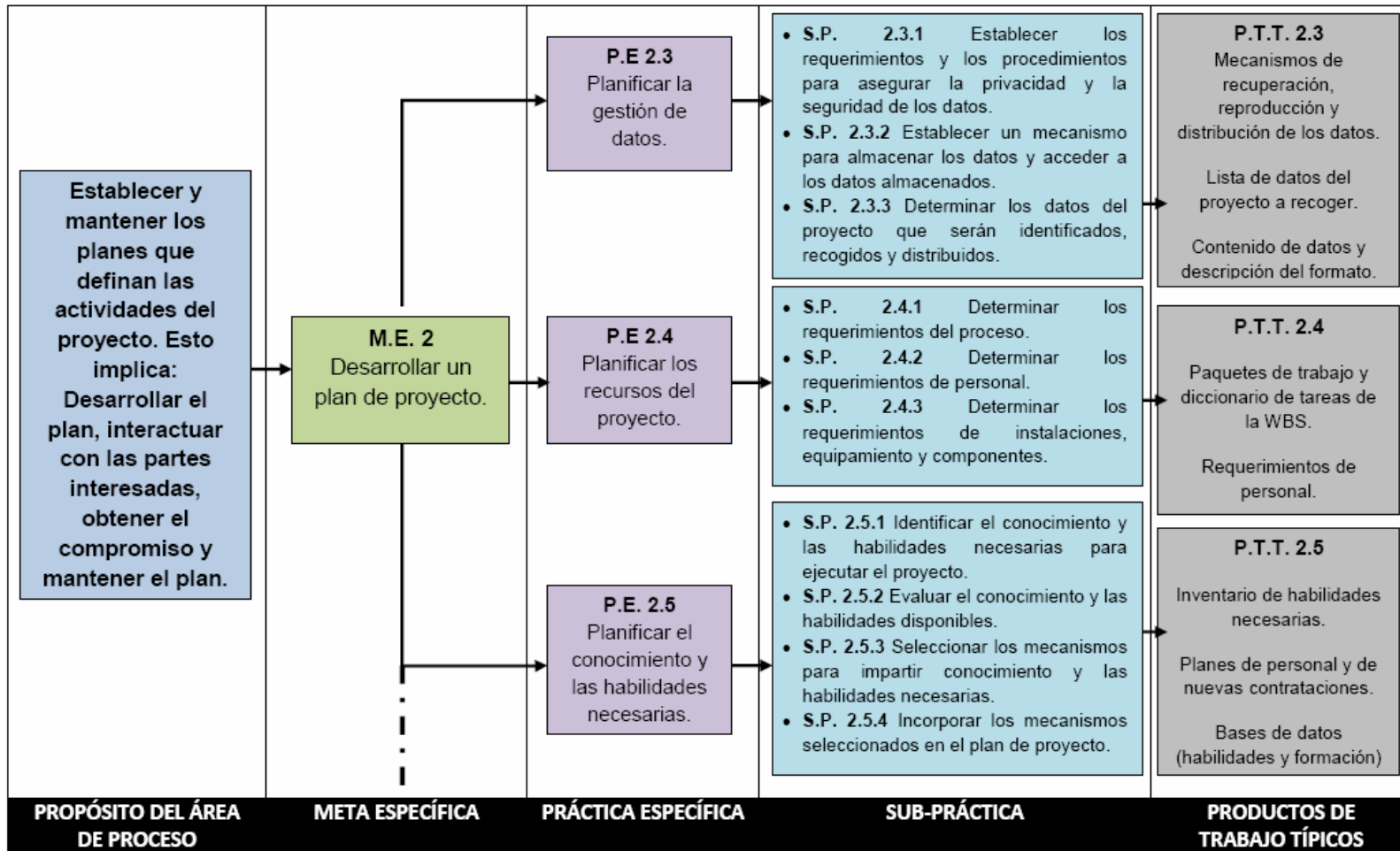
Fuente: LLAMOSA, Ricardo; MÉNDEZ, Sergio; Et. Al. Guía de Competencias de MPECS, Primera Edición. Red Colombiana de Calidad de Software RCCS, Bucaramanga, Colombia. 2009.

Figura 5 ÁREA DE PROCESO: PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS (PP) (Continuación)



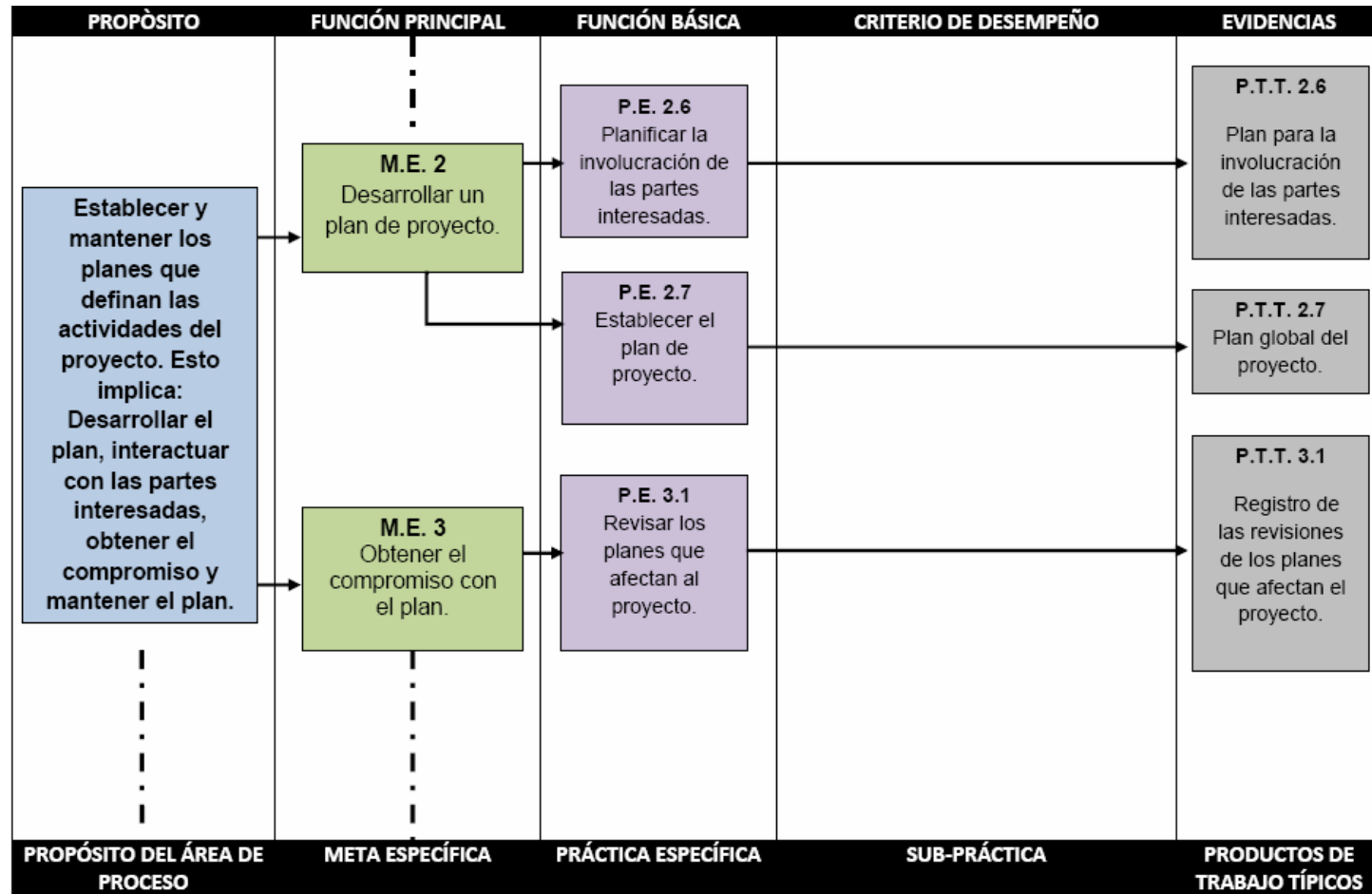
Fuente: LLAMOSA, Ricardo; MÉNDEZ, Sergio; Et. Al. Guía de Competencias de MPECS, Primera Edición. Red Colombiana de Calidad de Software RCCS, Bucaramanga, Colombia. 2009.

Figura 6 ÁREA DE PROCESO: PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS (PP) (Continuación)



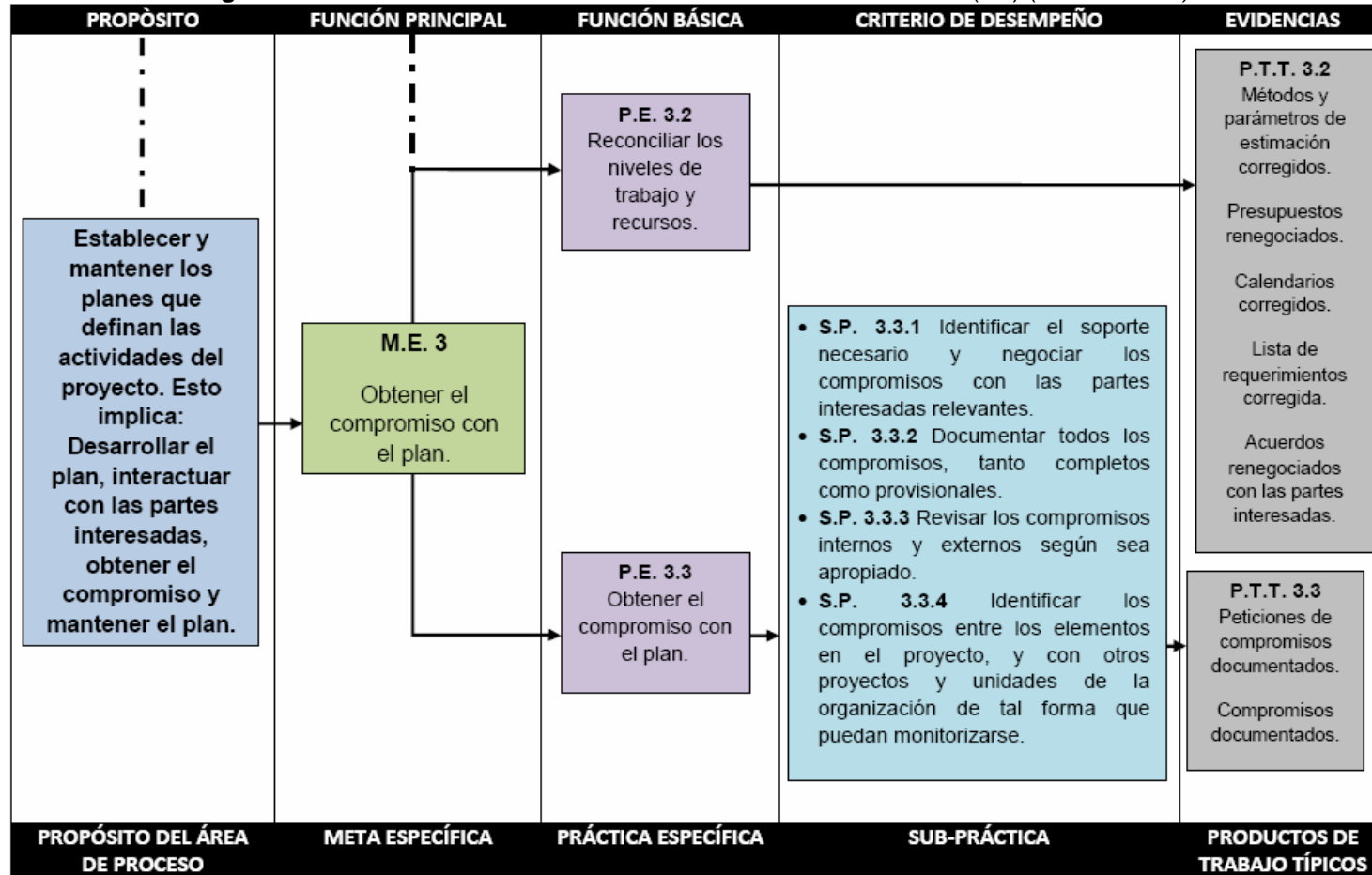
Fuente: LLAMOSA, Ricardo; MÉNDEZ, Sergio; Et. Al. Guía de Competencias de MPECS, Primera Edición. Red Colombiana de Calidad de Software RCCS, Bucaramanga, Colombia. 2009.

Figura 7. ÁREA DE PROCESO: PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS (PP) (Continuación).



Fuente: LLAMOSAS, Ricardo; MÉNDEZ, Sergio; Et. Al. Guía de Competencias de MPECS, Primera Edición. Red Colombiana de Calidad de Software RCCS, Bucaramanga, Colombia. 2009.

Figura 8. ÁREA DE PROCESO: PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS (PP) (Continuación).



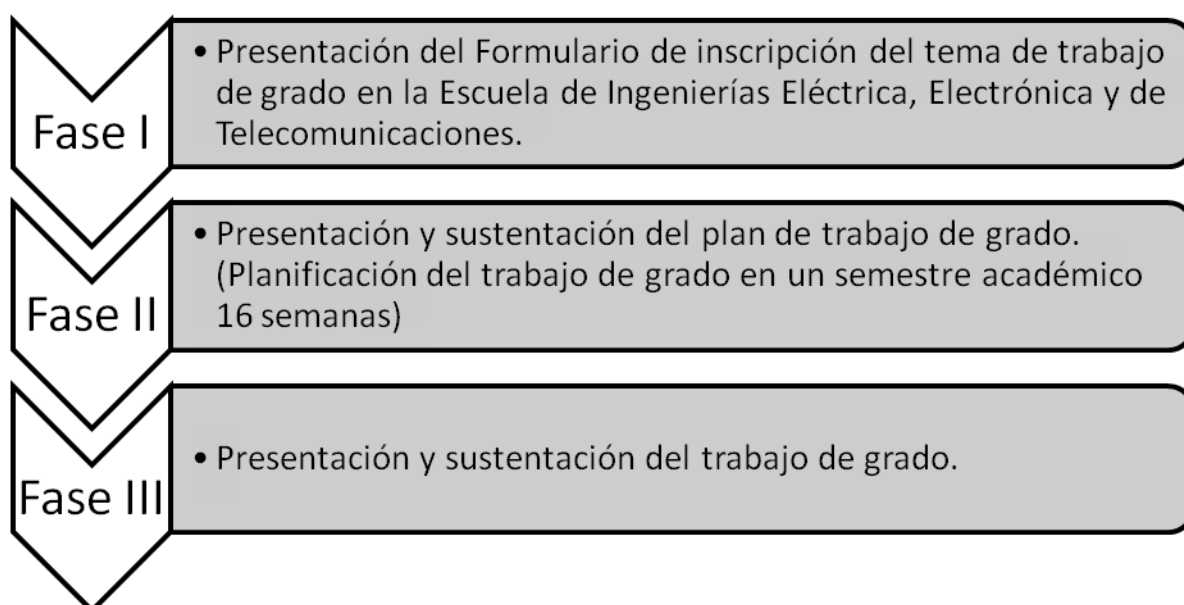
Fuente: LLAMOSA, Ricardo; MÉNDEZ, Sergio; Et. Al. Guía de Competencias de MPECS, Primera Edición. Red Colombiana de Calidad de Software RCCS, Bucaramanga, Colombia. 2009.

1.3 Estado Actual

En diciembre de 2008 la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones, realizó el lanzamiento de una plantilla para la elaboración de los planes de proyecto de grado.

Esta contiene ciertas pautas para llevar a cabo esta fase de planificación. Actualmente en la escuela se pueden observar tres fases en la presentación de los trabajos de grado.

Figura 9. Fases para la Presentación de Trabajos de Grado



Fuente: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Reglamento Académico Estudiantes de Pregrado. Título V, Capítulo IX, artículos 111 a 135, Modificado por el Acuerdo del Consejo Superior N° 004 de febrero 12 de 2007, por el cual se establecen nuevas modalidades y reglamentación para la realización del Trabajo de Grado. Modificado por el autor del trabajo de grado.

En la fase I se realiza la inscripción del trabajo especificando²⁹:

- El título del trabajo.
- Modalidad.
- Línea estratégica de aporte al desarrollo regional.
- Grupo que avala la investigación.
- Autores.
- Director.
- Codirector / Tutor.
- Objetivo general.
- Objetivos específicos.
- Descripción de los alcances del trabajo de grado.

En esta fase no se profundiza en el tema de investigación, sin embargo permite dar un referente inicial de lo que se va a llevar a cabo en el trabajo de grado y hasta qué nivel o grado.

En la segunda fase se realiza la presentación y sustentación del plan de trabajo de grado, lo cual requiere:

- Resumen del trabajo.
- Introducción.
- Formulación / Declaración del problema.
- Antecedentes, marco teórico, conceptual y situación actual.
- Motivación y justificación.
- Propuesta de investigación: objetivo general y objetivos específicos, alcance, resultados y productos.
- Impactos esperados.
- Metodología y plan de trabajo.

²⁹ Formulario Para Inscripción del Tema de Trabajo de Grado de los Programas de Pregrado de la E3T.
Disponible en Internet:
https://www.uis.edu.co/portal/info_academica/prog_academicos/progs.jsp?cual3=18&codigo=26

- Cronograma.
- Recursos y presupuesto.

Esta es una fase fundamental, ya que su producto final será la guía para el desarrollo del trabajo de grado. Por último se tiene la fase III en la cual se desarrolla el trabajo de grado para su respectiva entrega y sustentación. Durante esta fase los estudiantes deben, como mínimo, satisfacer el cumplimiento de los objetivos planteados y el alcance propuesto en su proyecto, y evidenciar los impactos generados por los resultados de su trabajo de grado. [15]

1.4 Organización del documento

En el capítulo 2 del presente proyecto, se realiza un estudio por medio de encuestas del conocimiento de los estudiantes de la E³T sobre el proceso durante la planificación de proyectos, también se toma en cuenta algunos consejos dados por los profesores de la E³T en relación a esta actividad.

Este capítulo concluye con una pequeño lista de los errores más frecuentemente encontrados durante la planificación y evidenciados durante el desarrollo del mismo. En el capítulo 3 se presenta la alternativa planteada (el modelo) en el trabajo de grado basada en CMMI, para realizar la planificación del trabajo de grado.

2. Diagnóstico Inicial

Para cumplir con los objetivos de este trabajo, se optó por realizar tres actividades que brindarán información detallada, precisa y con un gran grado de confiabilidad, porque se estimó que dicha información fuera suministrada por personas con experiencia en la planeación de trabajos de grado. Particularmente, personas que cumplieran con el perfil al que va dirigido el presente trabajo de grado; dicho perfil hace referencia a aquellos miembros de la E³T que han entregado y sustentado su plan de trabajo de grado y a quienes han sido calificadores, directores y/o codirectores de los mismos.

Se diseñaron cuestionarios que fueron diligenciados por algunos profesores y estudiantes interesados en este producto final, acerca de su experiencia en la elaboración de planes de trabajos de grado; además, el autor de este documento hizo las veces de revisor de un pequeño número de planes de trabajo de grado presentados y sustentados anteriormente por algunos estudiantes de la E³T, a través de una planilla de evaluación³⁰, en la que se interpretaba el cumplimiento de las prácticas del área de proceso Planeación de Proyectos del CMMI for Development, Version 1.2.

Además, se realizó la identificación de algunos aspectos presentes en los resultados de los cuestionarios, permitiendo de esta forma elaborar un listado con las principales oportunidades de mejora de los estudiantes en la planificación de sus trabajos de grado, con sus causas y posibles soluciones sustentadas en el área de proceso Planeación de Proyectos del CMMI for Development, Version 1.2 como referente para la elaboración del modelo como producto final de este trabajo, teniendo en cuenta aquellos factores determinantes, presentes de forma extrínseca o intrínseca, en los resultados de

³⁰ Anexo 3: Formato Revisión de Planes

los análisis realizados a cada conjunto de datos de las respuestas dadas en los cuestionarios resueltos.

A continuación se enuncian los resultados obtenidos después de realizar cada una de las actividades propuestas.

2.1. Encuesta Realizada a los Profesores de la E³T

Al ser los profesores protagonistas en el proceso de formación académica y profesional de los estudiantes, es acertado consultar su opinión acerca de su experiencia como Directores, codirectores, y calificadores de trabajos de grado, puesto que ellos son quienes en la mayoría de las ocasiones están presentes en la etapa de elaboración de planes. Las preguntas formuladas se elaboraron teniendo en cuenta aspectos fundamentales de la planeación de proyectos conforme a las prácticas específicas propuestas por el área de proceso de "Planificación de Proyectos" del CMMI for Development, Version 1.2, y enfocadas hacia su rol como guía o acompañante de los estudiantes en esta etapa del ciclo académico del pregrado.

2.1.1. Cuestionario y Ficha Técnica

Además de las preguntas que sirvieron para obtener datos estadísticos y cuyos resultados se muestran en el Anexo 1: Formato de encuesta a profesores, se hicieron dos preguntas más³¹. Antes del inicio del cuestionario se aclaró que: *“La información recopilada será de uso exclusivo del CIDLIS y es de carácter confidencial; en ningún momento se comprometerán los nombres de las personas que hayan colaborado respondiendo el cuestionario³²”*.

³¹ Anexo 1: Formato de encuesta a profesores página 1. Preguntas 18 y 19

³² Tomado de Anexo1: Formato de encuesta a profesores página 1

Lo anterior permitió decidir que los resultados de las anteriores preguntas formaran parte de los productos no entregables de este trabajo de grado, ya que se optó por usarlas como fuentes internas de información adicional para el autor de este proyecto.

Tabla N° 7 Ficha Técnica de la Encuesta

Componentes	Porcentaje
Tamaño de muestra	8
Tamaño de población	24
Nivel de confianza	50%
Margen de error	10%

Fuente: Autor del trabajo de grado.

2.1.2. Interpretación de Resultados

Es notorio que el margen de error aunque es aceptable, no es significativo con un nivel de confianza no supera el 50%; lo anterior es el resultado de situaciones adversas que impidieron aumentar el tamaño de la muestra y por ende la afectación de estos valores. A pesar de esto y con el fin de culminar este trabajo de grado, se decidió aceptar estos datos como información usada para el desarrollo del modelo. Este aspecto es abordado en las recomendaciones finales de este documento.

Los profesores que respondieron el cuestionario (profesores de planta de la E³T) demuestran tener experiencia en la dirección y/o codirección de planes de trabajos de grado, así como en la calificación y posterior aprobación de los mismos. Lo anterior permite confirmar su idoneidad para responder las preguntas del cuestionario, por lo tanto, su opinión sí puede ser usada como referente para la elaboración del modelo, teniendo siempre en cuenta el marco de trabajo del CMMI.

Como se observa en la Pregunta 1 del anexo 1, se encuentran opiniones divididas acerca del conocimiento de modelos para la planificación de proyectos, lo que permite interpretar que en los casos negativos, nociones en este campo son empíricas, o bien, son el resultado de un indeterminado número de conceptos existentes acerca del tema que han sido adquiridos por ellos durante su formación profesional y posterior vida laboral como investigadores e ingenieros, porque, tal y como se ve en la pregunta 13 del anexo 1, la totalidad de ellos ha calificado planes de trabajo de grado de estudiantes de la E³T, tarea para la cual es necesario tener sólidos conocimientos en el área de planificación de proyectos.

Por otro lado, como lo muestra la pregunta 11 del anexo 1, algunos docentes de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones (E³T) contemplan la posibilidad de tener a su disposición un documento que ejemplifique y sea modelo a seguir para la planificación de un trabajo de grado, y además, sea de carácter público para los miembros de la E³T, mejorando así los resultados de la fase de Trabajo de Grado I.

Si bien existe una plantilla³³ para redactar el documento del plan, las actividades para planificar el trabajo de grado difieren mucho entre los planes revisados por el autor del presente documento, encontrando así que no hay unos lineamientos claramente definidos para llevar a cabo la planificación de este tipo de proyectos, y deriva en la redundancia de los docentes en su rol de calificadores al momento de verificar la estructura de planeación por no existir un referente estándar con el cual llevar a cabo la evaluación respectiva.

Los errores presentes en cada plan son inherentes, ya que cada estilo de redacción del documento del plan es diferente, así como cada característica de

³³ Este documento se hizo público el día miércoles, 10 de diciembre 2008 a las 4:09:19 p.m., a través de un correo electrónico enviado por el profesor Rubén Cruz, elaborado como una alternativa para la elaboración del plan de trabajo de los estudiantes. El título del archivo enviado es "Plantilla-Plan-Trabajo-Investigacion-E3T.doc" El modelo está diseñado fundamentalmente para maestría, pero se propuso usarlo para pregrado.

forma presente en el mismo. Algunos docentes durante el proceso de calificación de los planes detectan estas oportunidades de mejora, por lo cual es necesario ejecutar acciones correctivas, para que no afecten la estructura del plan y la ejecución del mismo.

Debido a la división manifiesta acerca de la percepción que se tiene acerca de los planes entregados en la escuela, en lo que tiene que ver con el hecho de estar o no correctamente elaborados, como se evidencia en la pregunta 14 del anexo 1, es necesario implementar acciones que permitan mejorar los resultados obtenidos durante esta etapa de la formación académica de pregrado.

Si bien el 25% de los docentes consultados manifiesta no participar activamente en la creación del plan como se ve en la pregunta 7 del anexo 1, es cierto que son ellos quienes coordinan a sus estudiantes para ejecutar una buena labor en esta etapa de su proceso de formación. Son ellos, junto con los ingenieros que hacen las veces de codirectores quienes se encargan de determinar el tipo de proyecto a ejecutar, supervisar las fechas previstas en los cronogramas y realizar el acompañamiento en la etapa de ejecución del proyecto. Por lo anterior, es importante que unifiquen esfuerzos para que los estudiantes adopten actitudes y habilidades que les permitan mejorar la elaboración de sus planes de trabajo de grado, a pesar de las dificultades presentes en cada una de las etapas en la fase de Trabajo de Grado I, como los profesores lo manifestaron según los resultados de las preguntas 8 y 9 del anexo 1.

2.2. Encuesta Realizada a los Estudiantes de la E³T

El autor de este documento pensó en su experiencia a lo largo de su carrera para elaborar cada una de las preguntas presentes en la encuesta, sin dejar a un lado los aspectos básicos de la elaboración de un plan de trabajo de grado,

tomando como referente el área de procesos Planificación de Proyectos del CMMI y el marco de trabajo de dicho modelo.

El cuestionario se orientó hacia el conocimiento de aquellos elementos que permitieron a los estudiantes elaborar su plan, así como algunos problemas que tuvieron, sus relaciones con directores y/o codirectores, y su percepción sobre lo que podría suceder en el futuro en la creación del mismo por parte de otros compañeros.

Se presentan a continuación los resultados de esta actividad.

2.2.1. Ficha Técnica

Tabla Nº 8 Ficha Técnica de la Encuesta

Componentes	Porcentaje
Tamaño de muestra	80
Tamaño de población	113
Nivel de confianza	90%
Margen de error	5%

Fuente: Autor del trabajo de grado.

2.2.2. Interpretación de Resultados

Los estudiantes encuestados manifiestan no tener gran experiencia en planificación de proyectos, porque no han ejecutado una gran cantidad de ellos o lo han hecho de forma errónea, es decir, sin una planificación que antecediera la etapa de ejecución.

A pesar que el 26.92% de ellos manifiesta conocer algún modelo para la elaboración de un plan de trabajo de grado, como se evidencia en la pregunta 2 del anexo 2, el 80.77% coincidió en declarar que no lo usó en la elaboración de su propio plan, como se ve en la pregunta 3 del mismo anexo. Esto sucedió tal vez porque se desconocía la validez de dicho modelo, porque no sabían cómo usarlo, o simplemente les pareció mejor usar como guía el plan aprobado de algún compañero que lo hubiese sustentado con anterioridad, como el 84.62% de ellos lo hizo, según lo manifestado en la respuesta a la pregunta 4.c del cuestionario.

Ahora bien, es necesario resaltar que los planes aprobados son útiles como guías, ya que han sido evaluados por profesores de la escuela, con lo cual se garantiza que sí presentan ciertas condiciones y por lo tanto, los estudiantes pueden continuar con su trabajo de grado. Lo desacertado al usar estos planes antiguos es el hecho de cometer los mismos errores que los autores de dichos planes cometieron, además de limitar la labor de planificación al cumplimiento de ciertos ítems, que otros compañeros creyeron convenientes en etapas anteriores de su formación, que a su vez pudo verse influenciada por planes más antiguos, lo que se puede entender como una cadena de errores.

En otros casos, el 26.92% de los estudiantes decidió inclinarse por el uso de alguna guía propuesta por su grupo de investigación (pregunta 4.a), el 7.69% por la guía propuesta por la escuela³⁴ (pregunta 4.b), y el 3.85% por otras guías (pregunta 4.d). Las alternativas anteriores son aceptables, pero sería conveniente que se trate de modelos aprobados por alguna entidad y/o persona(s) especializadas en el tema y que a su vez puedan certificar su validez. Sin embargo, pueden existir inconvenientes ya que todos los estudiantes y docentes calificadoros no conocen estas guías, generando así un posible enfrentamiento de criterios de evaluación, aparte de confusiones en la elaboración y revisión del plan de trabajo de grado.

³⁴ *Ibíd.*

Las personas a cargo de la dirección y/o codirección, según el testimonio del 96.15% de los estudiantes (pregunta 5), llevaron a cabo un acompañamiento en la etapa de planificación, brindando asesoría en la elaboración del documento del plan.

Acercas de la pregunta 6, referente a los conocimientos concernientes a la planificación de proyectos adquiridos en su proceso de formación, el 76.92% de los estudiantes manifestó una evidente ausencia de los mismos. Si bien el pensum de las carreras de Ingenierías Eléctrica y Electrónica contempla que los estudiantes cursen asignaturas como el seminario Evaluación de Proyectos (en el plan antiguo), e Ingeniería Económica y Dirección Empresarial I (en el nuevo plan), los estudiantes manifiestan que lo que aprendieron durante sus estudios no les fue útil para la correcta elaboración de sus planes.

Lo anterior debería ser objeto de estudio, pero no es el autor de este proyecto la persona encargada de esto. Podría ser que los estudiantes entrevistados no hayan adquirido los conocimientos por responsabilidad propia, o tal vez fuese necesario modificar los programas de las asignaturas mencionadas o de ser necesario complementarlas con otras.

Finalmente, es momento de abordar las preguntas acerca de las capacidades del estudiante para enfrentar la temática de su trabajo de grado. Si bien, el 61.54% manifiesta que realiza un análisis de riesgo en la etapa de planificación (pregunta 9), el 23.8% de ellos no evalúa sus capacidades antes de escoger su trabajo de grado (pregunta 10). Es claro que el proceso de formación, hace que el egresado de la E³T esté en capacidad de enfrentar cualquier problema relacionado con su campo de acción en la ingeniería, como se manifiesta en el perfil del egresado de Ingeniería Eléctrica, al igual que en el del egresado de Ingeniería Electrónica:

Tiene competencias para aprender autónomamente y adaptarse a las realidades del medio, en consonancia con el continuo cambio tecnológico y científico. Asimismo, es un ingeniero emprendedor, motivado por la

calidad y con capacidad para plantear, especificar, analizar, organizar, planificar, diseñar, liderar, gestionar y controlar proyectos de ingeniería en su área de competencia³⁵.

Lo enunciado anteriormente implica que el hecho de desconocer la temática de un determinado proyecto que esté contemplado en el campo de desempeño propio de su futura profesión, no es limitación para ejecutarlo, pero en el caso del trabajo de grado, debe tenerse en cuenta que es una labor que debe estar enfocada al desarrollo de una actividad en un determinado periodo de tiempo, el cual es de 2 periodos académicos³⁶; además, es la posibilidad de “...Desarrollar planes y ejecutar proyectos que le permitan demostrar sus capacidades y talentos, así como fortalecer la toma de decisiones³⁷”.

Estas consideraciones implican un límite de tiempo, así como la idoneidad de los estudiantes que realicen el trabajo de grado, lo cual refuerza la idea anteriormente expuesta.

2.3. Formato Revisión de Planes de Trabajo de Grado

Algunos estudiantes permitieron que el autor de este documento usara sus planes de trabajo de grado para realizar una evaluación en la cual se verificaba el cumplimiento de algunas de las prácticas contempladas en el área de proceso Planeación de Proyectos del CMMI for Development, Version 1.2.

Esto con el fin de saber, cuáles prácticas eran ejecutadas sin que ellos supieran acerca de este modelo, y a su vez, evaluar cuáles eran las características presentes en estos planes, desde lo plasmado en el CMMI.

³⁵ UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. [En línea] Programas Académicos. [Consultado el 19 de Julio de 2009]. Disponible en Internet: https://www.uis.edu.co/portal/info_academica/prog_academicos/progs.jsp?cual3=18&codigo=26

³⁶ UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado, Título V, Capítulo IX, artículos 111 a 135, Modificado por el Acuerdo del Consejo Superior N° 004 de febrero 12 de 2007, por el cual se establecen nuevas modalidades y reglamentación para la realización del Trabajo de Grado.

³⁷ *Ibíd.*

2.3.1. Ficha Técnica

Tabla N° 9 Ficha Técnica del Cuestionario

Componentes	Porcentaje
Tamaño de muestra	53
Tamaño de población	65
Nivel de confianza	90%
Margen de error	5%

Fuente: Autor del trabajo de grado

2.3.2. Interpretación de Resultados³⁸

Los datos obtenidos³⁹, permiten interpretar que existen fallas en la elaboración de los planes de trabajo de grado, pero a su vez, se evidencia el correcto ejercicio de algunas prácticas de planificación.

Al enunciar las actividades a desarrollar, los estudiantes tendrán cierto grado de certeza acerca de la orientación de su trabajo de grado, acompañada de la ayuda de su director y/o codirector; sin embargo, la no documentación de las responsabilidades adquiridas, podría verse reflejada en el no cumplimiento de las tareas previstas en los plazos establecidos.

Los encargados de cada una de las actividades deben poseer ciertos conocimientos y habilidades que les permitan cumplir con el objetivo general del trabajo de grado de forma correcta y cumpliendo con cada uno de los requisitos del producto final. Es responsabilidad del director y/o codirector realizar una evaluación que permita verificar el aspecto anteriormente citado, para que los calificadores del plan puedan evidenciar la idoneidad de los autores del trabajo.

^{38, 39} Anexo 3. FORMATO DE EVALUACIÓN DE PLANES DE TRABAJO DE GRADO

Respecto a los plazos de entrega, se observa que están documentados en los cronogramas estipulados, pero es notoria la ausencia de planes de contingencia para prevenir y corregir el desajuste en las fechas de entrega de productos o culminación de fases, originado por causas ajenas al escenario de desarrollo del trabajo de grado. La re-programación de actividades debería estar acompañada de un análisis de riesgos que permita crear estrategias para prevenir inconvenientes o el mismo fracaso del trabajo; los riesgos deben ser priorizados y evaluados mediante la técnica adecuada, escogida por los encargados de redactar el plan con asesoría de sus superiores.

La pregunta 9 del anexo 2⁴⁰, dirigida a los estudiantes permitió verificar que el 61.54% de los encuestados realiza un análisis de riesgos durante la etapa de planificación; no obstante, el 100% de los planes evaluados en la sección anterior no reflejó evidencia de esta práctica, lo cual puede ser preocupante, ya que los riesgos deben ser documentados en el plan para futuras revisiones y acciones preventivas y/o correctivas en caso de que sucedan durante el curso de la asignatura Trabajo de Grado II.

Es evidente que existe una elaboración de presupuestos económicos de bienes y servicios que permitirán tener claridad acerca de la viabilidad en este aspecto. Como resultado, se podrán establecer las necesidades primordiales que deben ser satisfechas para garantizar que el escenario del trabajo de grado permita la creación un producto final acorde con el problema a solucionar.

⁴⁰ ANEXO 2. FORMATO DE ENCUESTA A ESTUDIANTES

2.4. Listado con las principales oportunidades de mejora de los estudiantes en la planificación de sus trabajos de grado, con sus causas y posibles soluciones referenciadas en el área de proceso de planificación de proyectos del CMMI for Development, versión 1.2.

El listado obtenido⁴¹ enuncia algunas de las oportunidades de mejora encontradas en los trabajos de grado presentados por los estudiantes de Ingenierías Eléctrica y Electrónica; la detección de las mismas se realizó luego de la interpretación de los datos arrojados por las encuestas realizadas a los profesores y alumnos de la escuela, además de las encontradas en la revisión de algunos planes, llevada a cabo por el autor del presente libro. A su vez, se citan las posibles causas y soluciones referenciadas en el área de proceso Planeación de Proyectos del CMMI for development, version 1.2.

⁴¹ Anexo 4: Lista de oportunidades de mejora y sus posibles soluciones referenciadas en el área de proceso de planificación de proyectos del CMMI for Development, versión 1.2

3. Propuesta del Modelo

Una vez interpretados los resultados obtenidos en las actividades realizadas, se procedió a adaptar el área de procesos Planificación de Proyectos del CMMI, a un modelo⁴² que permitiera que tanto docentes como estudiantes unificaran conceptos para el desarrollo de los planes de trabajo de grado. Las metas específicas y sus respectivas prácticas, junto con el marco de trabajo del CMMI, fueron tenidas en cuenta para la elaboración del producto final de este documento. El listado obtenido en el anexo 4 es un importante punto de partida para realizar la adaptación del CMMI al modelo, producto final de este trabajo de grado.

Como se aclaró al final de la introducción del presente documento, la norma técnica colombiana NTC 1486 (Sexta actualización julio 23 de 2008) para documentación, presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación, está presente como referente para definir la estructura y distribución de los aspectos que compondrán dicho modelo.

Se busca que el modelo sea usado a partir del instructivo⁴³ creado para la utilización del mismo, ya que facilitará el entendimiento del texto consignado allí y definirá los fundamentos que deberían ser tenidos en cuenta para la elaboración del plan. A continuación se referencia cada meta específica (SG), con sus respectivas prácticas específicas (SP), productos típicos del trabajo y Sub-prácticas, resumiendo su adaptación al modelo propuesto para confirmar su cumplimiento:

⁴² ANEXO 6. MODELO PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES DE TRABAJOS DE GRADO USANDO COMO REFERENCIA EL CMMI (CAPABILITY MATURITY MODEL INTEGRATION) FOR DEVELOPMENT, VERSION 1.2

⁴³ ANEXO 5. INSTRUCTIVO PARA EL USO DEL MODELO OBTENIDO COMO PRODUCTO FINAL DEL TRABAJO DE GRADO QUE LLEVA COMO TÍTULO: “DISEÑO DE UN MODELO PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES DE TRABAJOS DE GRADO USANDO COMO REFERENCIA EL CMMI (CAPABILITY MATURITY MODEL INTEGRATION) FOR DEVELOPMENT, VERSION 1.2”

SG 1 Establecer estimaciones.

Esta meta específica se resume en la descripción de las tareas, paquetes de trabajo, atributos de las mismas, cálculos de esfuerzo y coste del proyecto, y el desarrollo del mismo plan.

Se propone realizar la descripción de las actividades a través del desarrollo de una Estructura de descomposición del trabajo (WBS) (work breakdown structure). La WBS satisface esta necesidad, ya que consiste en una disposición de los elementos de trabajo y de su relación entre ellos y con el producto final. En este apartado, se explica cómo elaborar la WBS para conseguir definir claramente el alcance del proyecto, como se mencionó anteriormente, es el objetivo de esta práctica específica.

Además, en la relación de “Nombres de las personas que participan en el proceso”, se especifican las actividades que realizará cada participante del proyecto y el tiempo de ejecución de las mismas, con lo que se podrá ejecutar una estimación de esfuerzos, y por lo tanto de costes.

SP 1.1 Estimar el alcance del proyecto.

Productos de trabajo típicos

1. Descripciones de las tareas: las tareas deben ser descritas después de identificar las actividades que permitirán conseguir el objetivo general. Se realiza esta descripción en el apartado “*ALCANCE DEL PROYECTO*” del modelo propuesto.
2. Descripciones de los paquetes de trabajo: las tareas que describen una actividad reciben el nombre de Paquete de Trabajo; una vez hecha la descripción de dichas tareas se realizará por ende la descripción de los paquetes de trabajo en el apartado “*ALCANCE DEL PROYECTO*” del modelo propuesto.

3. WBS: la Estructura de descomposición del trabajo consiste en una disposición de los elementos de trabajo (cada una de las actividades, sus respectivas tareas y, por consiguiente, los paquetes de trabajo). La WBS es explicada en el apartado “*ALCANCE DEL PROYECTO*” del modelo propuesto.

Sub-prácticas

1. Desarrollar una WBS basada en la arquitectura del producto: se da cumplimiento a esta subpráctica como requisito para definir el alcance del proyecto; a partir de ella se espera que los estudiantes puedan identificar aspectos fundamentales para comprender la estructura de su plan de trabajo de grado.

2. Identificar los paquetes de trabajo en detalle suficiente para especificar las estimaciones de las tareas, las responsabilidades y el calendario del proyecto: se da cumplimiento a esta subpráctica al definir la WBS con una descripción detallada de cada uno de sus componentes. Lo anterior implica que se tendrá una mayor certeza acerca de los requisitos de cada una de las tareas y por lo tanto, se podrá realizar una mejor estimación de recursos y tiempos.

3. Identificar el producto o los componentes del producto que serán adquiridos externamente: se da cumplimiento a esta subpráctica en el apartado “*RECURSOS DISPONIBLES (MATERIALES, INSTITUCIONALES Y FINANCIEROS)*” del modelo propuesto. La correcta identificación de estos recursos es consecuencia de la detallada descripción que se haga de los componentes de la WBS, y, como se mencionó anteriormente, se tendrá una mejor estimación de dichos recursos.

4. Identificar los productos que serán reutilizados: se da cumplimiento a esta subpráctica en el apartado “*RECURSOS DISPONIBLES (MATERIALES, INSTITUCIONALES Y FINANCIEROS)*” del modelo propuesto. Se recomienda que se elabore una lista en la que se relacione dichos bienes con el uso que se les dará, las condiciones en las que son recibidos, las entidades y/o personas responsables de ellos y el tiempo de duración de dicha reutilización.

SP 1.2 Establecer las estimaciones de los atributos del producto de trabajo y de las tareas.

Productos de trabajo típicos

1. Planteamiento técnico: define una estrategia de alto nivel para el desarrollo del producto; en él se describen las características del producto final así como los antecedentes del mismo, referenciados en literaturas anteriormente publicadas. Se propone realizar este planteamiento en los apartados *“MARCO TEÓRICO REFERENCIAL (TEÓRICO, HISTÓRICO, CONCEPTUAL, ESTADO ACTUAL, CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO, ENTRE OTROS)”* y *“DISEÑO METODOLÓGICO PRELIMINAR”* del modelo, para que los estudiantes establezcan las diferencias entre lo que desean como producto final y la estrategia que usarán para cumplir con los requisitos del mismo.
2. Tamaño y complejidad de las tareas y de los productos de trabajo: la descripción realizada en la WBS debe mencionar el tamaño y complejidad de las tareas, así como de los productos. Esto se refleja en el apartado *“ALCANCE DEL PROYECTO”* del modelo propuesto.
3. Modelos de estimación: datos históricos o modelos válidos pueden ser usados para realizar las estimaciones; las estimaciones permiten predecir el gasto de recursos a partir de la descripción de los atributos del producto; en este caso se propone utilizar y analizar los datos históricos recopilados en el apartado *“MARCO TEÓRICO REFERENCIAL (TEÓRICO, HISTÓRICO, CONCEPTUAL, ESTADO ACTUAL, CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO, ENTRE OTROS)”* del producto final de este trabajo de grado.
4. Estimaciones de los atributos: las características del producto final del trabajo de grado y las tareas que se realizarán para conseguir el objetivo general deben ser especificadas; esta descripción se llevará a cabo en la WBS, que se realizará en el apartado *“ALCANCE DEL PROYECTO”* del modelo propuesto.

Sub-prácticas

1. Determinar el planteamiento técnico para el proyecto: como se explicó en un párrafo anterior, este planteamiento debe especificar la estrategia para el desarrollo del producto. Se da cumplimiento a esta subpráctica en los apartados *“MARCO TEÓRICO REFERENCIAL (TEÓRICO, HISTÓRICO, CONCEPTUAL, ESTADO ACTUAL, CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO, ENTRE OTROS)”* y *“DISEÑO METODOLÓGICO PRELIMINAR”* del modelo.
2. Usar métodos apropiados para determinar los atributos de los productos de trabajo y de las tareas que serán usados para estimar los requerimientos de recursos: igualmente, se especificó con anterioridad que es necesario el uso de métodos para la estimación de recursos. En este caso se propone el uso y análisis de datos históricos como método válido para definir los requisitos de los productos de cada una de las partes del trabajo de grado. Se da cumplimiento a esta subpráctica en el *“MARCO TEÓRICO REFERENCIAL (TEÓRICO, HISTÓRICO, CONCEPTUAL, ESTADO ACTUAL, CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO, ENTRE OTROS)”* del modelo propuesto.
3. Estimar los atributos de los productos de trabajo y de las tareas: se da cumplimiento a esta subpráctica en el apartado *“ALCANCE DEL PROYECTO”* del modelo propuesto, en el cual se desarrolla la WBS.

SP 1.3 Definir el ciclo de vida del proyecto.

Productos de trabajo típicos

1. Fases del ciclo de vida del proyecto: el ciclo de vida del proyecto está directamente relacionado con el desarrollo de la WBS, ya que con la descripción de los paquetes de trabajo se tiene claridad acerca de los atributos de los productos de cada tarea; por lo tanto, se pueden definir las fases que determinan los periodos en los que el producto será usado y cuando dejará de estar disponible. Este producto típico del trabajo se encuentra en el apartado *“ALCANCE DEL PROYECTO”* del modelo propuesto.

SP 1.4 Determinar las estimaciones de esfuerzo y de coste.

Productos de trabajo típicos

1. Razonamiento de la estimación: cualquier tipo de estimación debe tener datos que soporten estas asunciones, sin embargo las tareas sin precedentes deben tener un análisis más profundo para poder predecir los esfuerzos relacionados y costes. Los presupuestos deben ser sustentados con el fin de tener una documentación que permita validar la estimación después de la etapa de planificación del proyecto. Este producto típico del trabajo se encuentra en los apartados “*NOMBRES DE LAS PERSONAS QUE PARTICIPAN EN EL PROCESO*” y “*RECURSOS DISPONIBLES (MATERIALES, INSTITUCIONALES Y FINANCIEROS)*”, en los cuales se espera que se haga una diferenciación entre el esfuerzo y el coste del proyecto.
2. Estimaciones del esfuerzo del proyecto: este producto típico del trabajo se encuentra en el apartado “*NOMBRES DE LAS PERSONAS QUE PARTICIPAN EN EL PROCESO*”, en el cual se relacionan los participantes en el trabajo de grado y sus responsabilidades en el desarrollo del proyecto, además de su tiempo de permanencia en el proyecto.
3. Estimaciones del coste del proyecto: este producto típico del trabajo se encuentra en el apartado “*RECURSOS DISPONIBLES (MATERIALES, INSTITUCIONALES Y FINANCIEROS)*”, en el que se realiza la asunción de los gastos que generará el desarrollo del trabajo de grado.

Sub-prácticas

1. Recoger los modelos o los datos históricos que se usarán para transformar los atributos de los productos de trabajo y de las tareas en estimaciones de horas de trabajo y de coste: se da cumplimiento a esta subpráctica en el apartado “*MARCO TEÓRICO REFERENCIAL (TEÓRICO, HISTÓRICO,*

CONCEPTUAL, ESTADO ACTUAL, CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO, ENTRE OTROS)”; al revisar la bibliografía que sirve como referencia del proyecto y los otros trabajos ejecutados anteriormente, se tendrá una colección de datos que permitirá definir claramente las estimaciones de esfuerzo y coste de las tareas.

2. Incluir las necesidades de la infraestructura de soporte al estimar el esfuerzo y el coste: estas estimaciones son tenidas en cuenta en el apartado *“RECURSOS DISPONIBLES (MATERIALES, INSTITUCIONALES Y FINANCIEROS)”*; allí deben ser especificados los elementos necesarios para la consecución de los objetivos del proyecto, así como para sus pruebas y mantenimiento.

3. Estimar el esfuerzo y el coste usando modelos y/o datos históricos: a continuación se presentan los elementos que normalmente incluyen las entradas de esfuerzo y de coste usadas para la estimación, con el respectivo apartado del modelo en el que se cumplen:

- Las estimaciones proporcionadas a juicio de un experto o de un grupo de expertos: en este caso se asume que esta asesoría en investigación será dada por directores y/o codirectores; su resultado se refleja en los apartados *“RECURSOS DISPONIBLES (MATERIALES, INSTITUCIONALES Y FINANCIEROS)”* y *“NOMBRES DE LAS PERSONAS QUE PARTICIPAN EN EL PROCESO”*.

- Riesgos, incluyendo hasta qué punto el esfuerzo no tiene precedentes: es importante hacer esta identificación de riesgos, ya que si es un trabajo de grado que no presenta ningún tipo de antecedente, es necesario definir lo que podría ocurrir si se hace una estimación incorrecta; por ejemplo, en el caso de plantear objetivos inalcanzables o tareas que necesiten más tiempo de ejecución que el permitido por la UIS (dos periodos académicos). El apartado *“ANÁLISIS DE LOS RIESGOS DEL TRABAJO DE GRADO”* menciona estos aspectos en un análisis de riesgos general.

- Competencias y roles críticos necesarios para realizar el trabajo: las capacidades de los autores del trabajo de grado deben ser evaluadas antes de aprobar su participación en el proyecto; esta evaluación debe llevarse a cabo por los respectivos grupos de investigación, particularmente por directores y/o

codirectores; se propone una tabla de evaluación en el apartado “*NOMBRES DE LAS PERSONAS QUE PARTICIPAN EN EL PROCESO*”.

- Requerimientos del producto y de los componentes del producto: esta descripción de requisitos y características se hace en el apartado “*MARCO TEÓRICO REFERENCIAL (TEÓRICO, HISTÓRICO, CONCEPTUAL, ESTADO ACTUAL, CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO, ENTRE OTROS)*”, así como en la WBS que describe las tareas en el apartado “*ALCANCE DEL PROYECTO*”.
- Planteamiento técnico: como se mencionó anteriormente, se propone cumplir con este requisito en los apartados “*MARCO TEÓRICO REFERENCIAL (TEÓRICO, HISTÓRICO, CONCEPTUAL, ESTADO ACTUAL, CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO, ENTRE OTROS)*” y “*DISEÑO METODOLÓGICO PRELIMINAR*”, los cuales describen las características del producto final y la estrategia para obtener las mismas, respectivamente.
- WBS: la Estructura de descomposición del trabajo, anteriormente descrita, se presenta en el apartado “*ALCANCE DEL PROYECTO*”.
- Estimaciones de tamaño de los productos de trabajo y de los cambios anticipados: estas estimaciones se realizan en el apartado que contiene la WBS, que describe las características de los productos de trabajo.
- Coste de los productos adquiridos externamente: estos costes hacen parte de la estimación de coste del proyecto, presente en el apartado “*RECURSOS DISPONIBLES (MATERIALES, INSTITUCIONALES Y FINANCIEROS)*”.
- Modelo de ciclo de vida del proyecto y procesos seleccionados: el modelo del ciclo de vida de proyecto, anteriormente mencionado se presenta en el apartado “*ALCANCE DEL PROYECTO*”.
- Estimaciones del coste del ciclo de vida: dichas estimaciones se realizan durante el desarrollo del mismo, ya que es necesario presupuestar la duración de cada una de las fases del proyecto; están presentes en el apartado “*ALCANCE DEL PROYECTO*”.
- Capacidad de las herramientas proporcionadas en el entorno de ingeniería: dichas capacidades son parte del presupuesto de materiales necesarios para el desarrollo del proyecto presente en el apartado “*RECURSOS DISPONIBLES (MATERIALES, INSTITUCIONALES Y FINANCIEROS)*”, a partir del

planteamiento técnico del proyecto descrito en el apartado “*MARCO TEÓRICO REFERENCIAL (TEÓRICO, HISTÓRICO, CONCEPTUAL, ESTADO ACTUAL, CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO, ENTRE OTROS)*”.

- Niveles de habilidad de los gerentes y del personal necesario para realizar el trabajo: en el caso de un trabajo de grado, se adapta la palabra gerente a los directores y/o codirectores de los trabajos de grado. Estas habilidades son evaluadas y documentadas en el apartado “*NOMBRES DE LAS PERSONAS QUE PARTICIPAN EN EL PROCESO*”.

- Necesidades de conocimiento, de habilidades y de formación: son tenidas en cuenta como requisitos para la evaluación de los participantes en el trabajo de grado y se presentan en el apartado “*NOMBRES DE LAS PERSONAS QUE PARTICIPAN EN EL PROCESO*”.

- Instalaciones necesarias (p. ej., oficina y espacios de reunión y estaciones de trabajo): estos requisitos hacen parte de la estimación de coste del proyecto, presente en el apartado “*RECURSOS DISPONIBLES (MATERIALES, INSTITUCIONALES Y FINANCIEROS)*”.

- Instalaciones de ingeniería necesarias: estos requisitos hacen parte de la estimación de coste del proyecto, presente en el apartado “*RECURSOS DISPONIBLES (MATERIALES, INSTITUCIONALES Y FINANCIEROS)*”.

- Capacidad de los proceso(s) de fabricación: si se va a producir software o hardware es necesario tener en cuenta estas capacidades, descritas en los presupuestos que hacen parte de la estimación de coste del proyecto, presente en el apartado “*RECURSOS DISPONIBLES (MATERIALES, INSTITUCIONALES Y FINANCIEROS)*”.

- Viajes: si es necesario realizar un traslado subsidiado que tenga que ser relacionado en el trabajo de grado, se especificará en los gastos que hacen parte de la estimación de coste del proyecto, presente en el apartado “*RECURSOS DISPONIBLES (MATERIALES, INSTITUCIONALES Y FINANCIEROS)*”.

- Nivel de seguridad requerido para las tareas, productos de trabajo, hardware, software, personal y entorno de trabajo: estas especificaciones, en caso de ser

necesario, serán mencionadas en la WBS a través de la descripción de los paquetes de trabajo, presentes en el apartado *“ALCANCE DEL PROYECTO”*.

- Acuerdos de nivel de servicio para centros de atención al cliente (call centers) y garantías: esta actividad no aplica para el caso de un trabajo de grado; se menciona en el caso de empresas que tengan estas características.
- Mano de obra directa y gastos indirectos: se hace referencia a estos aspectos en los apartados *“NOMBRES DE LAS PERSONAS QUE PARTICIPAN EN EL PROCESO”* y *“RECURSOS DISPONIBLES (MATERIALES, INSTITUCIONALES Y FINANCIEROS)”*, respectivamente.

SG 2 Desarrollar un plan de proyecto.

El desarrollo del plan de proyecto conlleva el establecimiento del presupuesto y el calendario del proyecto, la identificación de los riesgos del mismo y la planificación de la gestión de los datos.

Estos requisitos son cumplidos en el desarrollo del modelo, teniendo en cuenta que la adaptación en el apartado *“Recursos disponibles (materiales, institucionales y financieros)”* para el caso de presupuesto, y en *“Cronograma”* para el calendario del proyecto. En estos ítems, se tiene en cuenta lo establecido para el cumplimiento de esta meta específica, dándole al estudiante la posibilidad de aplicar el CMMI sin necesidad de leer su teoría.

La identificación de las habilidades y/o conocimientos necesarios para cada actividad del trabajo de grado también es una práctica necesaria para el cumplimiento de esta meta específica, por eso se propuso una tabla para que se hiciera esta evaluación y se dejara evidenciada para futuras correcciones y acciones correctivas.

Por otro lado, la identificación de riesgos hace énfasis en la detección de los mismos, su priorización y planes de contingencia en caso de ocurrencia de los mismos, además de la propuesta de algunos métodos que podrían ser usados.

En el apartado “Gestión de datos”, se le explica al lector cómo recopilar, almacenar y transferir la información necesaria para la realización del plan de trabajo de grado y la ejecución del mismo, así como el manejo posterior de la información generada como producto final, teniendo en cuenta las condiciones de manejo de estos datos.

SP 2.1 Establecer el presupuesto y el calendario.

Productos de trabajo típicos

1. Calendarios del proyecto: una vez descritas las tareas en la WBS y el ciclo de vida del proyecto, se puede proceder a la planificación de fases y tiempos, presentes en el apartado “*CRONOGRAMA*”.
2. Dependencias del calendario: es relacionar cada fase con las fechas estimadas para su cumplimiento; se presenta en el apartado “*CRONOGRAMA*”.
3. Presupuesto del proyecto: los gastos económicos previstos se relacionan en el apartado “*RECURSOS DISPONIBLES (MATERIALES, INSTITUCIONALES Y FINANCIEROS)*”.

Sub-prácticas

1. Identificar los hitos principales: los hitos son sucesos o fases que marcan la culminación de un aspecto importante en el desarrollo del trabajo de grado; pueden estar ligados a la entrega de algún producto del proyecto o una fecha convenida según la reglamentación de la UIS o algún convenio con los interesados en el trabajo; se presentan en el apartado “*CRONOGRAMA*”.
2. Identificar los supuestos del calendario: a pesar de la reglamentación interna de la UIS acerca de la duración de los trabajos de grado, es necesario que las fechas establecidas no sean rígidas y puedan ser modificadas, de acuerdo a las circunstancias que entorpezcan el transcurso del periodo académico; estas modificaciones en el calendario deben realizarse con la continua revisión del

plan de trabajo de grado y su respectivo apartado “*CRONOGRAMA*”, y la aprobación de los directores del proyecto.

3. Identificar las restricciones: es necesario determinar la duración máxima de las tareas, con el fin de hacer modificaciones en el cronograma sin exceder los límites de tiempo impuestos por los reglamentos; estas consideraciones deben tenerse en cuenta en apartado “*CRONOGRAMA*”.

4. Identificar las dependencias de las tareas: se necesita definir la secuencia de tareas que servirán para la obtención del producto final del proyecto; esto implica la identificación de las tareas predecesoras y sucesoras para determinar el orden óptimo. Se debe cumplir con esto en el apartado “*CRONOGRAMA*”.

5. Definir el presupuesto y el calendario: estos se definen en los apartados “*RECURSOS DISPONIBLES (MATERIALES, INSTITUCIONALES Y FINANCIEROS)*” y “*CRONOGRAMA*”, respectivamente.

6. Establecer los criterios de acción correctiva: la revisión continua del plan del proyecto en su totalidad, permitirá determinar qué constituye una desviación significativa del mismo. Durante la fase de Trabajo de Grado II se deberán establecer criterios que permitan definir si es necesaria una replanificación para la aplicación de acciones correctivas.

SP 2.2 Identificar los riesgos del proyecto.

Productos de trabajo típicos

1. Riesgos identificados: se identifican en el apartado “*ANÁLISIS DE LOS RIESGOS DEL TRABAJO DE GRADO*”.

2. Impactos de los riesgos y probabilidad de ocurrencia: se identifican en el apartado “*ANÁLISIS DE LOS RIESGOS DEL TRABAJO DE GRADO*”.

3. Prioridades de los riesgos: se priorizan en el apartado “*ANÁLISIS DE LOS RIESGOS DEL TRABAJO DE GRADO*”.

Sub-prácticas

1. Identificar los riesgos: la identificación de los riesgos implica la identificación de problemas potenciales, de peligros, de amenazas, de vulnerabilidades, y así sucesivamente, que podrían afectar negativamente a los esfuerzos y a los planes del trabajo. Los riesgos deben identificarse y describirse de forma comprensible antes de que puedan analizarse [7]. Este aspecto es abordado en el apartado *“ANÁLISIS DE LOS RIESGOS DEL TRABAJO DE GRADO”*, en el cual se proponen algunos métodos para su identificación.

2. Documentar los riesgos: una vez identificados los riesgos se deben documentar para evidenciar su análisis y consultarlos en caso de suceder o para prevenirlos.

3. Revisar y obtener el acuerdo con las partes interesadas relevantes sobre la completitud y correctitud de los riesgos documentados: durante el análisis de riesgos, es necesario establecer planes de contingencia que permitan prevenirlos o tomar acciones correctivas; se propone tratar los riesgos en el apartado *“ANÁLISIS DE LOS RIESGOS DEL TRABAJO DE GRADO”*, en donde se deberán establecer estrategias y compromisos para su manejo.

4. Corregir los riesgos según sea apropiado: algunos ejemplos de cuándo los riesgos identificados pueden requerir corregirse son:

- Cuando se identifican nuevos riesgos.
- Cuando los riesgos se convierten en problemas.
- Cuando se retiran los riesgos.
- Cuando las circunstancias del proyecto cambian significativamente [7].

Lo anterior se resume en las etapas propuestas en el apartado *“ANÁLISIS DE LOS RIESGOS DEL TRABAJO DE GRADO”*.

SP 2.3 Planificar la gestión de los datos.

Productos típicos de trabajo

1. Plan para la gestión de datos: se presenta en el apartado “*GESTIÓN DE DATOS*”.
2. Lista maestra de datos gestionados: se presenta en el apartado “*GESTIÓN DE DATOS*”.
3. Contenido de datos y descripción del formato: se presenta en el apartado “*GESTIÓN DE DATOS*”.
4. Listas de requerimientos de datos para los que los adquieren y los que los proveen: se presentan en el apartado “*GESTIÓN DE DATOS*”.
5. Requerimientos de privacidad: se presentan en el apartado “*GESTIÓN DE DATOS*”.
6. Requerimientos de seguridad: se presentan en el apartado “*GESTIÓN DE DATOS*”.
7. Procedimientos de seguridad: se presentan en el apartado “*GESTIÓN DE DATOS*”.
8. Mecanismo para la recuperación, reproducción y distribución de los datos: se presenta en el apartado “*GESTIÓN DE DATOS*”.
9. Calendario para la recogida de datos del proyecto: se presenta en el apartado “*GESTIÓN DE DATOS*”.
10. Listado de datos del proyecto a recoger: se presenta en el apartado “*GESTIÓN DE DATOS*”.

Sub-prácticas

1. Establecer los requerimientos y los procedimientos para asegurar la privacidad y la seguridad de los datos: estas condiciones deben garantizar que no todo el mundo tendrá acceso a los datos del trabajo de grado, definiendo quiénes y cuándo podrán usarlos; lo anterior está presente en el apartado “*GESTIÓN DE DATOS*”.

2. Establecer un mecanismo para almacenar los datos y acceder a los datos almacenados: se establecerá una forma de almacenar los datos para darles un orden, definiendo los medios y ubicación de los mismos; lo anterior está presente en el apartado “*GESTIÓN DE DATOS*”.
3. Determinar los datos del proyecto que serán identificados, recogidos y distribuidos: no todos los datos usados y generados por el trabajo de grado tendrán el mismo uso; se deberá hacer esta identificación para resaltar los resultados importantes y almacenarlos de forma tal que sirvan para trabajos que sigan la misma línea de estudio; lo anterior está presente en el apartado “*GESTIÓN DE DATOS*”.

SP 2.4 Planificar los recursos del proyecto.

Productos de trabajo típicos

1. Paquetes de trabajo de la WBS: la WBS y sus paquetes de trabajo se definen en el apartado “*ALCANCE DEL PROYECTO*”.
2. Diccionario de tareas de la WBS: la WBS y la descripción de sus tareas con sus significados se presentan en el apartado “*ALCANCE DEL PROYECTO*”.
3. Requerimientos de personal basados en el tamaño y en el alcance del proyecto: una vez determinado el alcance del proyecto y el tamaño de sus tareas, es necesario definir el personal involucrado en el trabajo de grado; esta actividad se realiza en el apartado “*NOMBRES DE LAS PERSONAS QUE PARTICIPAN EN EL PROCESO*”.
4. Lista de instalaciones/equipamiento críticos: las tareas se ejecutarán en espacios que pueden ser especiales así como los equipos necesarios para el desarrollo del trabajo de grado; este listado se menciona dentro del apartado “*RECURSOS DISPONIBLES (MATERIALES, INSTITUCIONALES Y FINANCIEROS)*”.
5. Definiciones y diagramas de proceso/flujo de trabajo: la WBS define la relación entre cada una de las tareas efectuadas durante el desarrollo del trabajo de grado y las relaciones entre ellas y los productos finales; estas

definiciones y diagramas pueden definirse en el apartado *“ALCANCE DEL PROYECTO”*.

6. Lista de requerimientos de administración del programa: este es un producto típico de una práctica de Ingeniería del software; puede ser adaptada al modelo propuesto como los requisitos de administración del producto esperado al final del trabajo de grado, presentes en el apartado *“GESTIÓN DE DATOS”*, en el cual se especifica la forma en la que la información del proyecto será manejada.

Sub-prácticas

1. Determinar los requerimientos del proceso: Los procesos usados para gestionar un proyecto deben identificarse, definirse y coordinarse con todas las partes interesadas relevantes para asegurar operaciones eficientes durante la ejecución del proyecto [7]. Esta subpráctica se cumple en los apartados *“ALCANCE DEL PROYECTO”*, *“NOMBRES DE LAS PERSONAS QUE PARTICIPAN EN EL PROCESO”* y *“GESTIÓN DE DATOS”*.

2. Determinar los requerimientos de personal: los requisitos del personal son definidos en la evaluación de las Habilidades y/o Conocimientos Necesarios para cada Actividad del Trabajo de Grado, y en las responsabilidades adquiridas por cada uno de los protagonistas del proyecto, presentadas en el apartado *“NOMBRES DE LAS PERSONAS QUE PARTICIPAN EN EL PROCESO”*.

3. Determinar los requerimientos de instalaciones, equipamiento y componentes: durante la etapa de planificación debe establecerse un listado de lo necesario para la realización del trabajo de grado; esta subpráctica se cumple en el apartado *“RECURSOS DISPONIBLES (MATERIALES, INSTITUCIONALES Y FINANCIEROS)”*.

SP 2.5 Planificar el conocimiento y las habilidades necesarias.

Productos de trabajo típicos

1. Inventario de habilidades necesarias: se presenta en el apartado *“NOMBRES DE LAS PERSONAS QUE PARTICIPAN EN EL PROCESO”*.
2. Planes de personal y de nuevas contrataciones: para el caso de un trabajo de grado, se presenta en el apartado *“NOMBRES DE LAS PERSONAS QUE PARTICIPAN EN EL PROCESO”*; allí se documenta la información de los participantes en el proceso y su relación con cada una de las tareas, asumiendo que no se incorporará nuevo personal al proyecto (no se harán contrataciones) y en caso de que ocurriera, se revisaría de nuevo el plan para justificar y documentar esas incorporaciones.
3. Bases de datos (p. ej., habilidades y formación): la información será recopilada en el apartado *“NOMBRES DE LAS PERSONAS QUE PARTICIPAN EN EL PROCESO”* y se manejará de acuerdo a lo especificado en la *“GESTIÓN DE DATOS”*.

Sub-prácticas

1. Identificar el conocimiento y las habilidades necesarios para ejecutar el proyecto: se cumple con esta subpráctica en el apartado *“NOMBRES DE LAS PERSONAS QUE PARTICIPAN EN EL PROCESO”*.
2. Evaluar el conocimiento y las habilidades disponibles: se cumple con esta subpráctica en el apartado *“NOMBRES DE LAS PERSONAS QUE PARTICIPAN EN EL PROCESO”*.
3. Seleccionar los mecanismos para proporcionar el conocimiento y las habilidades necesarios: se cumple con esta subpráctica en el apartado *“NOMBRES DE LAS PERSONAS QUE PARTICIPAN EN EL PROCESO”*.

Algunos ejemplos de mecanismos son [7]:

- Formación interna (de la organización y del proyecto).
- Formación externa.

- Personal y nuevas contrataciones.
 - Adquisición externa de habilidades.
4. Incorporar los mecanismos seleccionados en el plan del proyecto: una vez seleccionada la estrategia para la capacitación del personal en caso de ser necesario, se establecen estas actividades dentro del apartado “*CRONOGRAMA*”.

SP 2.6 Planificar la involucración de las partes interesadas.

Productos de trabajo típicos

1. Plan para la involucración de las partes interesadas: es necesario definir hasta qué punto se involucrarán los interesados en el proyecto; esta descripción se realiza en el apartado “*NOMBRES DE LAS PERSONAS QUE PARTICIPAN EN EL PROCESO*”.

SP 2.7 Establecer el plan de proyecto.

Productos típicos de trabajo

1. Plan global del proyecto: es el documento completo que se entrega ante el Comité de Trabajos de Grado de la E³T y que debe ser sustentado ante los calificadoros seleccionados para su respectiva aprobación; en la fase de Trabajo de Grado II, será el mecanismo de control que regulará todas las tareas a través de la revisión periódica del mismo para verificar el cumplimiento de lo planificado.

SG 3 Obtener el compromiso con el plan.

La revisión bibliográfica previa de antecedentes y proyectos simultáneos es fundamental para definir los compromisos con el proyecto, es decir, conocer hasta que punto será posible cumplir con los objetivos del proyecto, de acuerdo

a las experiencias anteriores, o sustentar los resultados si estos dependen de proyectos simultáneos; lo anterior se explica en el cumplimiento de las tareas asignadas de acuerdo a los compromisos adquiridos y resultados esperados.

Lo anterior servirá de referente para realizar la reconciliación de los niveles de trabajo y de recursos, es decir, reevaluar lo planificado de acuerdo a las condiciones de ejecución del trabajo de grado a través del establecimiento de planes de contingencia; esta tarea se aplica en el análisis de riesgos y las acciones preventivas y correctivas contra los mismos.

SP 3.1 Revisar los planes que afectan al proyecto.

Productos de trabajo típicos

1. Registro de las revisiones de los planes que afectan al proyecto: se presenta en el apartado *“MARCO TEÓRICO REFERENCIAL (TEÓRICO, HISTÓRICO, CONCEPTUAL, ESTADO ACTUAL, CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO, ENTRE OTROS)”*.

SP 3.2 Reconciliar los niveles de trabajo y de recursos.

Productos típicos de trabajo

1. Métodos y parámetros de estimación correspondientes corregidos (p. ej., mejores herramientas y uso de productos comerciales): se realizarán si se exige para que el plan sea aprobado o si es necesario en la fase de Trabajo de Grado II.
2. Presupuestos renegociados: se realizarán si se exige para que el plan sea aprobado o si es necesario en la fase de Trabajo de Grado II.
3. Calendarios corregidos: se realizarán si se exige para que el plan sea aprobado o si es necesario en la fase de Trabajo de Grado II.

4. Lista de requerimientos corregida: se realizarán si se exige para que el plan sea aprobado o si es necesario en la fase de Trabajo de Grado II.
5. Acuerdos renegociados con las partes interesadas: se realizarán si se exige para que el plan sea aprobado o si es necesario en la fase de Trabajo de Grado II.

SP 3.3 Obtener el compromiso con el plan.

Productos de trabajo típicos

1. Peticiones de compromisos documentadas: se presentan en el apartado *“NOMBRES DE LAS PERSONAS QUE PARTICIPAN EN EL PROCESO”*.
2. Compromisos documentados: se presentan en el apartado *“NOMBRES DE LAS PERSONAS QUE PARTICIPAN EN EL PROCESO”*.

Sub-prácticas

1. Identificar el soporte necesario y negociar los compromisos con las partes interesadas relevantes: la WBS puede usarse como una lista de comprobación para asegurar que se obtienen los compromisos en todas las tareas [7]. Lo anterior significa que el establecimiento de compromisos se realiza desde la revisión del *“ALCANCE DEL PROYECTO”* para documentarlos en el apartado *“NOMBRES DE LAS PERSONAS QUE PARTICIPAN EN EL PROCESO”*.
2. Documentar todos los compromisos de la organización, tanto completos como provisionales, asegurando el nivel apropiado de signatarios: se cumple con esta subpráctica en el apartado *“NOMBRES DE LAS PERSONAS QUE PARTICIPAN EN EL PROCESO”*. Los compromisos deben documentarse para asegurar una comprensión mutua y consistente, así como para su seguimiento y mantenimiento [7].
3. Revisar los compromisos internos con la dirección según sea apropiado: se cumple con esta subpráctica en el apartado *“NOMBRES DE LAS PERSONAS QUE PARTICIPAN EN EL PROCESO”*.

4. Revisar los compromisos externos con la dirección según sea apropiado: se cumple con esta subpráctica en el apartado *“NOMBRES DE LAS PERSONAS QUE PARTICIPAN EN EL PROCESO”*. La dirección puede tener la visión y la autoridad necesarias para reducir los riesgos asociados con los compromisos externos [7].

5. Identificar los compromisos sobre las interfaces entre los elementos en el proyecto, y con otros proyectos y unidades de la organización de tal forma que puedan monitorizarse: se documentan estas relaciones en el apartado *“MARCO TEÓRICO REFERENCIAL (TEÓRICO, HISTÓRICO, CONCEPTUAL, ESTADO ACTUAL, CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO, ENTRE OTROS)”*, en el cual se especifica cómo el trabajo de grado se ve afectado por otros .

4. CONCLUSIONES

- De acuerdo a los resultados arrojados por las encuestas, los estudiantes de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones carecen de conocimientos en planificación de proyectos, debido a su falta de preparación en este aspecto.
- Las actividades efectuadas permitieron identificar y describir las principales características de forma y de fondo en la elaboración de planes de trabajos de grado realizados en el primer semestre del año 2008, por los estudiantes de pregrado de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander.
- Se pudo proponer el uso de un modelo basado en las pautas dadas para la planeación de proyectos en el CMMI for Development, Version 1.2 que podría ofrecer ventajas en la etapa de elaboración de los planes de trabajo de grado, mejorando los resultados de la fases de Trabajo de Grado I y Trabajo de Grado II.
- Fue posible plantear una solución que permita mejorar el proceso de elaboración de planes de trabajos de grado de los estudiantes de Ingeniería Eléctrica e/o Ingeniería Electrónica de la Universidad Industrial de Santander, luego de determinar las oportunidades de mejora a partir de los resultados obtenidos en las actividades llevadas a cabo durante el presente trabajo de grado.
- Se obtuvo como producto final una guía que le permitirá a los estudiantes de pregrado de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander, desarrollar planes de trabajo de grado de acuerdo con los resultados de este trabajo.

- A partir de este trabajo de grado, la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones podrá contar con un modelo para la elaboración de planes de trabajos de grado que le permitirá unificar un criterio de evaluación de dichos planes y que a su vez le dará a los estudiantes un correcto ejemplo de presentación de los mismos; además, al ser un trabajo investigativo, se obtuvo también, como producto final un listado con las principales oportunidades de mejora en la planificación de los trabajos de grado, con sus causas y posibles soluciones referenciadas con el área de proceso Planeación de Proyectos del CMMI for Development, Version 1.2.

5. RECOMENDACIONES

- El modelo, producto final de este trabajo de grado, debería ser considerado para adoptarse como estándar para la elaboración de planes de trabajo de grado, o por lo menos, ser tenido en cuenta como referente para la creación de otro documento que cumpla con la misión del mismo, y si es necesario corrija algunos aspectos que a consideración de los directivos deba ser mejorado.
- Se recomienda que la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones adopte medidas para que los estudiantes amplíen sus conocimientos en planificación de proyectos, debido a que este aspecto es fundamental en la ejecución de tareas en el sector productivo.
- Se propone que el tema de investigación del presente trabajo de grado siga siendo objeto de estudio para corregir las falencias del mismo, optimizando el producto final obtenido, y ampliar su alcance a todas las escuelas de la Universidad Industrial de Santander, si previamente se pone a prueba durante un determinado tiempo en la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones y se genera un estudio que compruebe su efectividad en la mejora de los resultados durante la fase de Trabajo de Grado I.
- Se debería complementar esta investigación con un estudio que permita conocer el origen de los problemas presentados durante la elaboración del plan de trabajo de grado, centrándose en las oportunidades de mejora existentes en los actuales programas de pregrado.
- Es recomendable que se ejecuten acciones que permitan que el proceso de escogencia de los temas de trabajo de grado sea más riguroso, para

que de esta forma se detecten posibles factores que puedan afectar la fase de Trabajo de Grado II.

- El CMMI podría ser tomado como referencia en los grupos de investigación la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones para la mejora de sus procesos, tomando como referente la exitosa experiencia del CIDLIS durante la aplicación de este modelo.
- Es importante que se complemente este trabajo investigativo con la recopilación de información de una mayor muestra de la población de docentes de la E³T, para aumentar el nivel de confianza y disminuir a su vez el margen de error en los resultados obtenidos.

GLOSARIO⁴⁴

Análisis de riesgos (risk analysis): La evaluación, clasificación y priorización de los riesgos.

CMMI (Capability Maturity Model Integration): Es un modelo de madurez de mejora de los procesos para el desarrollo de productos y de servicios. Consiste en las mejores prácticas que tratan las actividades de desarrollo y de mantenimiento que cubren el ciclo de vida del producto, desde la concepción a la entrega y el mantenimiento.

Área de proceso (process area): Un grupo de prácticas relacionadas en un área que, cuando se implementan colectivamente, satisfacen un conjunto de metas consideradas importantes para hacer mejoras en esa área. Todas las áreas de proceso CMMI son comunes tanto a la representación continua como a la representación por etapas.

Componentes CMMI esperados (expected CMMI components): Componentes CMMI que explican lo que puede hacerse para satisfacer un componente CMMI requerido. Los usuarios del modelo pueden implementar los componentes esperados o implementar prácticas alternativas equivalentes a estos componentes. Las prácticas específicas y genéricas son componentes esperados del modelo.

Componentes CMMI informativos (informative CMMI components): Componentes CMMI que ayudan a los usuarios del modelo a comprender los componentes requeridos y esperados de un modelo. Estos componentes

⁴⁴ CMMI, Guía para la Integración de Procesos y la Mejora de Productos (ISBN: 9788478290963). [En línea] Pearson Educación, S.A. en el año 2009. Segunda edición, Pág.613-638, [Consultado el 20 de julio de 2009]. disponible en: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/translations/spanish/cmmi-dev-v12-spanish.pdf>

pueden contener ejemplos, explicaciones detalladas u otra información útil. Las Sub-prácticas, notas, referencias, títulos de metas, títulos de prácticas, fuentes, productos de trabajo típicos, ampliaciones y elaboraciones de prácticas genéricas son componentes informativos del modelo.

Componentes CMMI requeridos (required CMMI components):

Componentes CMMI que son esenciales para alcanzar la mejora de procesos en un área de proceso determinada. Estos componentes se usan en las evaluaciones para determinar la capacidad de proceso. Las metas específicas y las metas genéricas son componentes del modelo requeridos.

Datos (data): Información registrada, sin importar la forma o el método de registro, incluyendo datos técnicos, documentos de software de ordenadores, información financiera, información de gestión, representación de hechos, números o datos de cualquier naturaleza que pueden comunicarse, almacenarse y procesarse.

Disciplina (discipline): En el Conjunto de productos CMMI, los corpus de conocimiento disponibles cuando selecciona un modelo CMMI (p. ej., ingeniería de sistemas). El Equipo de Producto CMMI (CMMI Product Team) prevé que otros corpus de conocimiento se integren en el marco CMMI en el futuro.

Documento (document): Una colección de datos, sin importar el medio en el que se han registrado, que normalmente permanece y puede ser leído por seres humanos o máquinas. Por tanto, los documentos incluyen tanto los documentos en papel como los electrónicos.

Estructura de descomposición del trabajo (WBS) (work breakdown structure): Una disposición de los elementos de trabajo y de su relación entre ellos y con el producto final.

Evaluación (appraisal): En el Conjunto de productos CMMI, un examen de uno o más procesos por un equipo de profesionales formados, usando un

modelo de evaluación de referencia como base para determinar, como mínimo, fortalezas y debilidades

Ingeniería del software (software engineering): (1) La aplicación de una aproximación sistemática, disciplinada y cuantificable al desarrollo, a la explotación y al mantenimiento de software. (2) El estudio de las aproximaciones como en (1).

Madurez de la organización (organizational maturity): El grado en el cual una organización tiene explícita y consistentemente procesos desplegados que están documentados, gestionados, medidos, controlados y mejorados continuamente. La madurez de la organización puede medirse a través de las evaluaciones.

Meta específica (specific goal): Un componente requerido del modelo que describe las características únicas que deben estar presentes para satisfacer el área de proceso.

Meta genérica (generic goal): Un componente requerido del modelo, que describe las características que deben estar presentes para institucionalizar los procesos que implementan un área de proceso.

Modelo (model): Es una colección estructurada de elementos que describen las características que hacen eficaces los procesos. Es una guía para la mejora de los procesos en las organizaciones.

Modelo CMMI (CMMI model): Uno de los modelos posibles de la colección completa que pueden generarse a partir del marco CMMI. Dado que el marco CMMI puede generar distintos modelos basándose en las necesidades de la organización que esté usándolo, existen múltiples modelos CMMI.

Nivel de madurez (maturity level): Grado de mejora de procesos a través de un conjunto predefinido de áreas de proceso en las que se alcanzan todas las metas del conjunto.

Parte interesada (stakeholder): En el Conjunto de productos CMMI, un grupo o individuo que se ve afectado por o es de alguna manera responsable del resultado de un proyecto. Las partes interesadas pueden incluir a los miembros del proyecto, los proveedores, los clientes, los usuarios finales y otros.

Plan de proyecto (Project plan): Un plan que proporciona la base para ejecutar y controlar las actividades del proyecto, las cuales tratan los compromisos con el cliente del proyecto. La planificación del proyecto incluye estimar los atributos de los productos de trabajo y de las tareas, determinar los recursos necesarios, negociar los compromisos, elaborar un calendario, e identificar y analizar los riesgos del proyecto. Puede ser necesaria la iteración entre estas actividades para establecer el plan de proyecto.

Práctica específica (specific practice): Un componente esperado del modelo que se considera importante para alcanzar la meta específica asociada. Las prácticas específicas describen las actividades esperadas para dar como resultado el logro de las metas específicas de un área de proceso.

Práctica genérica (generic practice): Un componente esperado del modelo que se considera importante para alcanzar las metas genéricas asociadas. Las prácticas genéricas asociadas con una meta genérica describen las actividades que se espera resulten en el logro de la meta genérica y contribuyan a la institucionalización de los procesos asociados con el área de proceso.

Producto (product): En el Conjunto de productos CMMI, un producto de trabajo que está previsto entregar a un cliente o usuario final. La forma de un producto puede variar según el contexto.

Requerimiento (requirement): (1) Una condición o capacidad necesitada por un usuario para solucionar un problema o lograr un objetivo. (2) Una condición o capacidad que debe cumplir o poseer un producto o componente de producto para satisfacer un contrato, un estándar, una especificación u otros documentos impuestos formalmente. (3) Una representación documentada de una condición o capacidad como en (1) o en (2).

ACRÓNIMOS

ARC Requerimientos de evaluación para CMMI

CAR Análisis causal y resolución (área de proceso)

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

CL Nivel de capacidad

CM Gestión de configuración (área de proceso)

CMM Modelo de madurez y de capacidad

CMMI Modelo de madurez y de capacidad integrado

CMMI-DEV CMMI para desarrollo

CMMI-DEV+IPPD CMMI para desarrollo + IPPD

DAR Análisis de decisiones y resolución (área de proceso).

E³T Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones

GG Meta genérica

GP Práctica genérica

ICONTEC Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación

IPM Gestión integrada de proyecto (área de proceso)

IPM+IPPD Gestión integrada de proyecto + IPPD (área de proceso)

IPPD Desarrollo integrado de producto y de proceso

MA Medición y análisis (área de proceso)

ML Nivel de madurez

OID Innovación y despliegue en la organización (área de proceso)

OPD Definición de procesos de la organización (área de proceso)

OPD+IPPD Definición de procesos de la organización + IPPD (área de proceso)

OPF Enfoque en procesos de la organización (área de proceso).

OPP Rendimiento de procesos de la organización (área de proceso)

OT Formación organizativa (área de proceso)

PA Área de proceso

PCA Auditoría de configuración física

PI Integración de producto (área de proceso)

PMC Monitorización y control de proyecto (área de proceso)

PP Planificación de proyecto (área de proceso)

PPQA Aseguramiento de la calidad de proceso y de producto (área de proceso)

QA Aseguramiento de la calidad

QPM Gestión cuantitativa de proyecto (área de proceso)

RD Desarrollo de requerimientos (área de proceso)

REQM Gestión de requerimientos (área de proceso)

RSKM Gestión de riesgos (área de proceso)

SAM Gestión de acuerdos con proveedores (área de proceso)

SCAMPI Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement

SEI Software Engineering Institute (Instituto de Ingeniería del Software)

SG Meta específica

SP Práctica específica

SPI Índice de rendimiento de calendario

SW-CMM Modelo de madurez y de capacidad para software

TS Solución técnica (área de proceso)

UIS Universidad Industrial de Santander

VAL Validación (área de proceso)

VER Verificación (área de proceso)

WBS Estructura de descomposición del trabajo

BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. R. A. Rodríguez, Gestión de proyectos informáticos: Métodos, Herramientas y Casos. / Information Project Management: Methods, Tools and Cases., E. UOC, Ed., 2007.
- [2] P. M. Institute, Fundamentos de la Dirección de Proyectos. (PMBok Guide), 3rd ed., P. M. Institute, Ed., 2005.
- [3] S. E. Méndez and D. A. Reyes, "Diseño de un modelo para el desarrollo de proyectos de grado que determine la aplicabilidad y viabilidad para la implementación en los grupos de investigación en la escuela de ingeniería eléctrica, electrónica y telecomunicaciones." Proyecto de grado de la Universidad Industrial de Santander, 2007.
- [4] Norma Técnica Colombiana NTC 1486 Documentación, Presentación de tesis, Trabajos de grado y otros trabajos de investigación., Cuarta actualización ed.
- [5] C. M. University, CMMI R for Development, Version 1.2. [En línea] Software Engineering Institute [Consultado en agosto de 2006]. Disponible en: <http://www.sei.cmu.edu/publications/pubweb.html>
- [6] Análisis de riesgos. [En línea] Página Unizar [Consultado el 16 de febrero de 2009]. Disponible en Internet: http://www.unizar.es/guiar/1/Accident/An_riesgo/An_riesgo.htm
- [7] CMMI, Guía para la Integración de Procesos y la Mejora de Productos (ISBN: 9788478290963). [En línea] Pearson Educación, S.A. en el año 2009. Segunda edición, Pág. XI, [Consultado el 20 de julio de 2009]. Disponible en: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/translations/spanish/cmmi-dev-v12-spanish.pdf>
- [8] DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA. [En línea]. Vigésima segunda edición y DICCIONARIO PANHISPÁNICO DE DUDAS. [En línea] Primera edición (octubre 2005) [Consultado el 25 de julio de 2009]. Disponible en Internet: <http://www.rae.es/rae.html>
- [9] Estructura Descomposición Trabajo EDT. [En línea] PÁGINA ENSVIDIA [Consultado el 12 de noviembre de 2008]. Disponible en Internet: <http://ensvidia.com/puntojab/files/informacion/Practica3-EstructuraDescomposicionTrabajo-EDT.ppt>

[10] Guía sobre Riesgos [En línea] [Consultado el 16 de febrero de 2009]. Disponible en Internet: http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=riesgo

[11] ICONTEC. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1486 (SEXTA ACTUALIZACIÓN JULIO 23 DE 2008) [En línea] para DOCUMENTACIÓN, PRESENTACIÓN DE TESIS, TRABAJOS DE GRADO Y OTROS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN. Pág. 29 [Consultado el 27 de Julio del 2009]. Disponible en Internet: http://www.icontec.org/BancoConocimiento/C/compendio_de_tesis_y_otros_trabajos_de_grado/compendio_de_tesis_y_otros_trabajos_de_grado.asp?CodIdioma=ESP

[12] Microsoft Office Project [En línea] Página Microsoft [Consultado el 14 de febrero de 2009]. Disponible en Internet: <http://office.microsoft.com/es-es/project/HA101567853082.aspx>

[13] Normas Técnicas de ICONTEC NTC 1486. [En línea] Manual para la Presentación de los Trabajos de Grado de Tecnólogo y/o Profesional de la Fundación Universitaria Los Libertadores. Sexta Actualización julio 23 de 2008. [Consultado el 26 de julio de 2009]. Disponible en Internet: <http://www.ulibertadores.edu.co/?idcategoria=1796#>

[14] Oficina de Control Interno. [En línea] Identificación y Administración de Riesgos. Página 9. Universidad Francisco José de Caldas. [Consultado el 19 de marzo de 2009]. Disponible en Internet: <http://www.udistrital.edu.co/comunidad/dependencias/control/documentos/IdentificacionAdministracionRiesgos.pdf>

[15] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado. Título V, Capítulo IX, artículos 111 a 135, Modificado por el Acuerdo del Consejo Superior N° 004 de febrero 12 de 2007, por el cual se establecen nuevas modalidades y reglamentación para la realización del Trabajo de Grado.

[16] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. [En línea] Programas Académicos. [Consultado el 19 de Julio de 2009]. Disponible en Internet: https://www.uis.edu.co/portal/info_academica/prog_academicos/progs.jsp?cual3=18&codigo=26

ANEXOS

ANEXO 1. FORMATO DE ENCUESTA A PROFESORES

Estimado(a) Profesor(a):

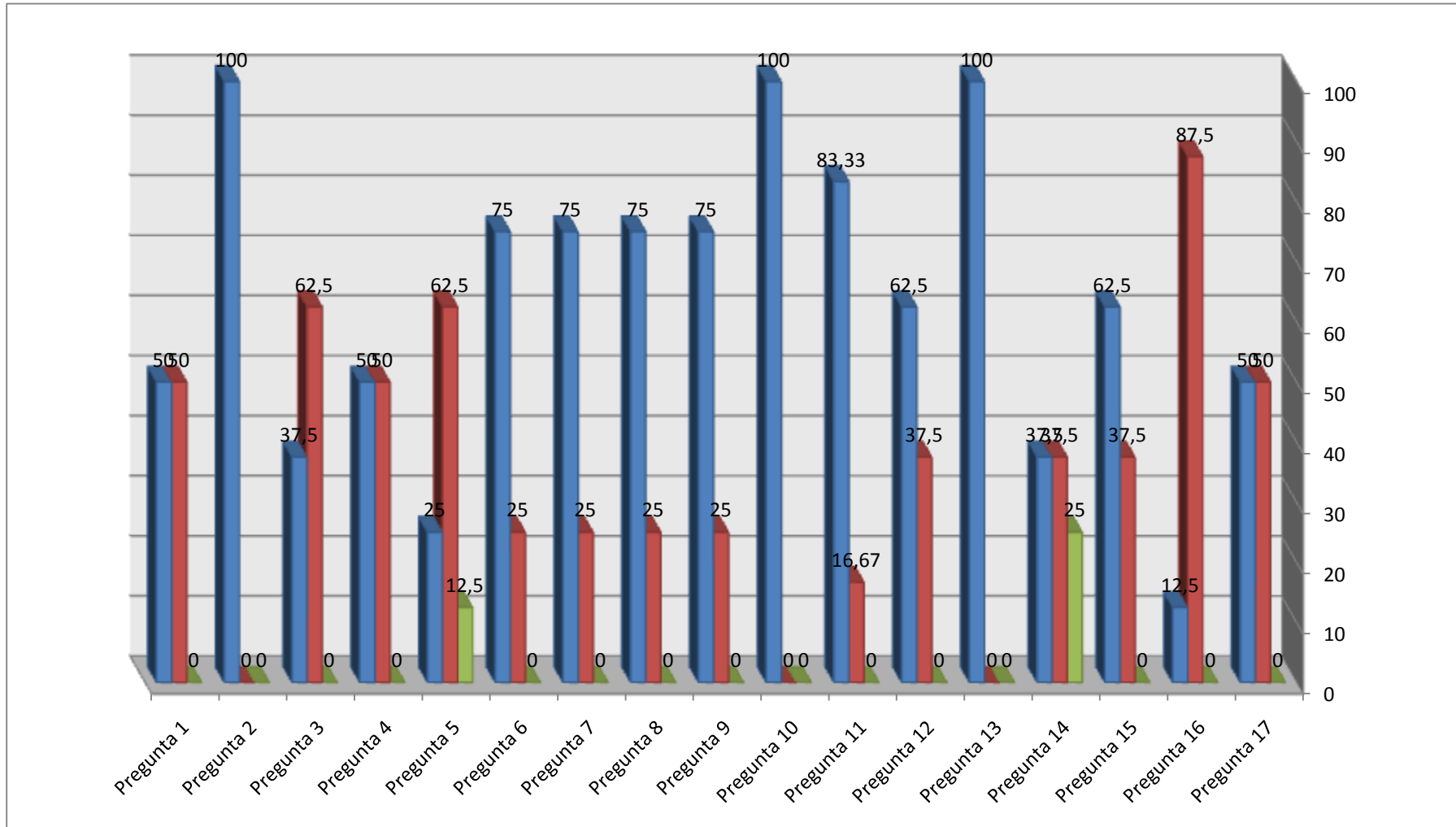
Cordial saludo.

Las siguientes preguntas tienen como objetivo conocer la opinión de los profesores que son parte de los grupos de investigación, acerca de su experiencia en la planeación de trabajos de grado de los estudiantes de pregrado de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones; esta actividad se realiza como parte del proceso de elaboración del producto final del trabajo de grado que lleva como título “DISEÑO DE UN MODELO PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES DE TRABAJOS DE GRADO USANDO COMO REFERENCIA EL CMMI (CAPABILITY MATURITY MODEL INTEGRATION) FOR DEVELOPMENT, VERSION 1.2”, elaborado por el estudiante Pedro Nel Gómez Gómez, integrante del CIDLIS, bajo la dirección de el Ph.D. Ricardo Llamosa Villalba y el Ingeniero Sergio Enrique Méndez Aceros.

La información recopilada será de uso exclusivo del CIDLIS y es de carácter confidencial; en ningún momento se comprometerán los nombres de las personas que hayan colaborado respondiendo el cuestionario.

NOTA: Tenga en cuenta que las preguntas están dirigidas **EXCLUSIVAMENTE** para su experiencia con estudiantes de pregrado de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander.

FIGURA 10 ENCUESTA A PROFESORES



AZUL: SÍ **ROJO: NO** **VERDE: NO SABE/ NO RESPONDE**
Fuente: Autor del trabajo de grado

CUESTIONARIO

1. ¿Conoce algún modelo para elaboración de planes de trabajos de grado? Si su respuesta es “No”, continúe con la pregunta 3.
2. ¿Ha aplicado el(los) modelo(s) que conoce durante la dirección o codirección de trabajos de grado para aspirante(s) a los títulos de Ingeniero Electricista o Ingeniero Electrónico de la UIS?
3. ¿Alguno de los estudiantes que ha trabajado en su grupo de investigación le ha manifestado la necesidad de tener un modelo para la elaboración del plan de su trabajo de grado?
4. ¿Alguno(s) de los profesores miembro(s) de su grupo de investigación, le ha(n) manifestado la necesidad de tener un modelo para la elaboración del plan de trabajo de grado de los estudiantes de la E³T?
5. ¿Conoce la existencia de un modelo para la elaboración de planes de trabajo de grado de los estudiantes de pregrado, que sea de carácter público para los miembros de la E³T?
6. ¿Considera importante la existencia de un modelo para la elaboración de planes de trabajo de grado de los estudiantes de pregrado, que sea de carácter público para los miembros de la E³T?
7. Cuando está a cargo de la dirección de un trabajo de grado, ¿elabora el plan de trabajo conjuntamente con sus estudiantes?
8. ¿Considera que se han presentado errores o defectos de forma en los planes de trabajo de grado de los estudiantes que ha tenido bajo su dirección?
“Redacciones engorrosas e incorrectas, faltas ortográficas, formatos de presentación inapropiados, entre otros”⁴⁵.
9. ¿Considera que se han presentado errores o defectos de fondo en los planes de trabajo de grado de los estudiantes que ha tenido bajo su dirección?
“Mala planificación, falta de claridad en los objetivos propuestos, proposición de metas inalcanzables, improvisación sobre la ejecución del trabajo de grado, cálculo erróneo del presupuesto, enfrentamiento de ideas entre autores del trabajo, directores y/o codirectores, y otros factores”⁴⁶ Si respondió “Sí” en la pregunta 8 o en la 9, o en las dos, continúe en la pregunta 10; en caso contrario, continúe en la pregunta 12.

⁴⁵ Respuestas obtenidas por los estudiantes que diligenciaron las encuestas

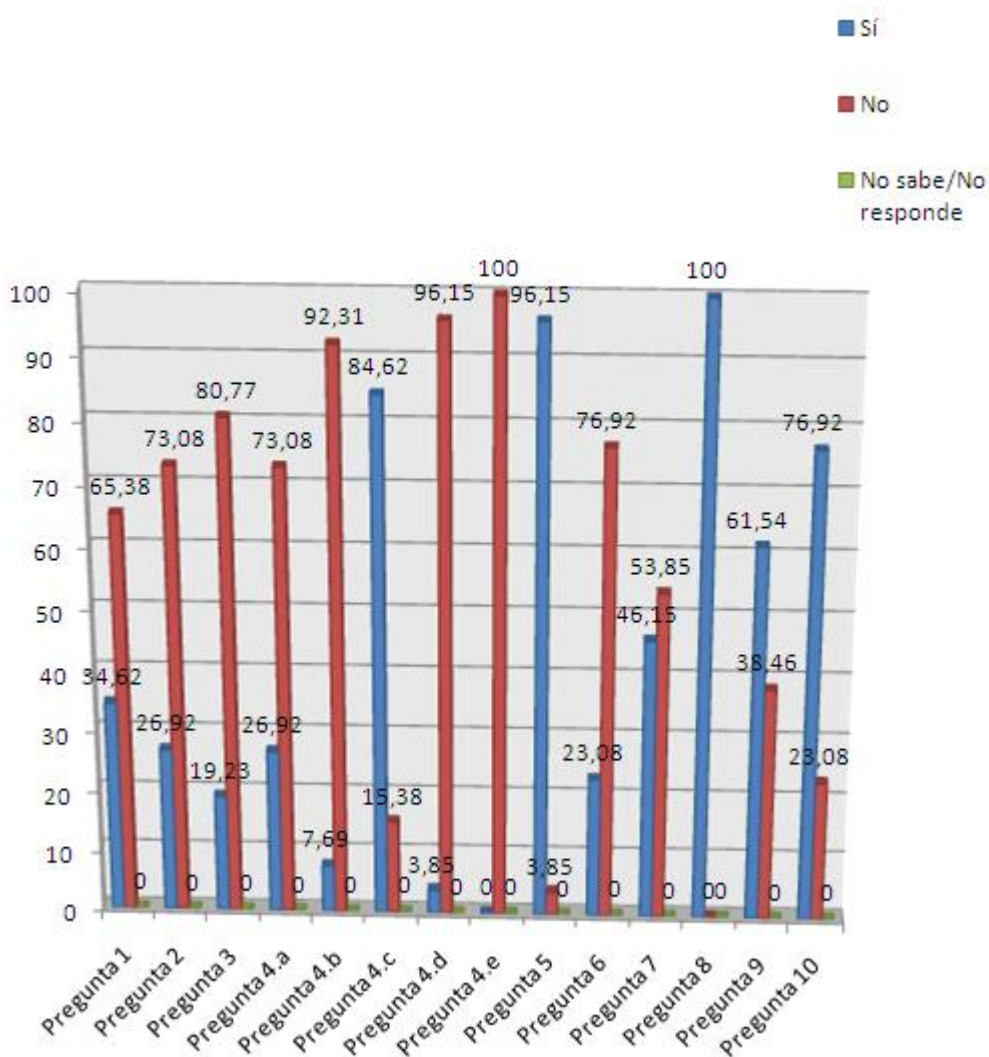
⁴⁶ ibíd.

- 10.** ¿Considera que los errores o defectos mencionados anteriormente han ocasionado contratiempos en la elaboración del producto final del trabajo de grado de los estudiantes que ha tenido bajo su dirección?
- 11.** ¿Contemplaría el uso de un modelo para la elaboración de trabajos de grado como alternativa para corregir de cierta forma los errores o defectos mencionados anteriormente?
- 12.** ¿Mantiene una comunicación abierta con los integrantes de los demás grupos de investigación de la E³T acerca de la elaboración de planes de trabajos de grado y las consecuencias en el proceso de elaboración del producto esperado al final de dicho trabajo?
- 13.** ¿Ha calificado planes de trabajo de grado de estudiantes de la E³T? Si su respuesta es “No”, continúe con la pregunta 15.
- 14.** ¿Según lo evidenciado en su experiencia como calificador, considera que los estudiantes de la E³T elaboran correctamente sus planes de trabajo de grado?
- 15.** ¿En alguna ocasión las entidades y/o personas interesadas en el producto final de un trabajo de grado dirigido por usted, influyeron en el proceso de elaboración del plan de dicho trabajo?
- 16.** ¿Se realiza un análisis de riesgos durante la etapa de planificación de un trabajo de grado que está bajo su dirección?
- 17.** ¿Su grupo de investigación maneja estrategia(s) para el almacenamiento de información útil para los trabajos de grado que están bajo su dirección?
- 18.** Mencione las principales fallas que han presentado los estudiantes que ha tenido bajo su dirección, o que han hecho planes trabajos de grado que usted ha tenido que calificar, cuando realizan la planificación de sus trabajos de grado, describiendo la forma en que se han evidenciado y/o afectado el proceso de obtención del producto final esperado. Si considera que no se han presentado fallas en la planificación de los trabajos de grado, mencione y describa cuáles han sido los factores que han influido para obtener resultados exitosos.
- 19.** Para el autor de las anteriores preguntas es muy importante conocer su opinión acerca de la temática abordada en el cuestionario; por favor, si así lo desea, exprese su pensamiento acerca de la actividad que acaba de finalizar.

ANEXO 2. FORMATO DE ENCUESTA A ESTUDIANTES

La siguiente encuesta es para conocer el grado de dificultad que tienen los estudiantes de la E³T al realizar la planificación de su trabajo de grado. Esta encuesta servirá de apoyo al proyecto que lleva como título “DISEÑO DE UN MODELO PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES DE TRABAJOS DE GRADO USANDO COMO REFERENCIA EL CMMI (CAPABILITY MATURITY MODEL INTEGRATION) FOR DEVELOPMENT, VERSION 1.2”

FIGURA11 ENCUESTA A ESTUDIANTES



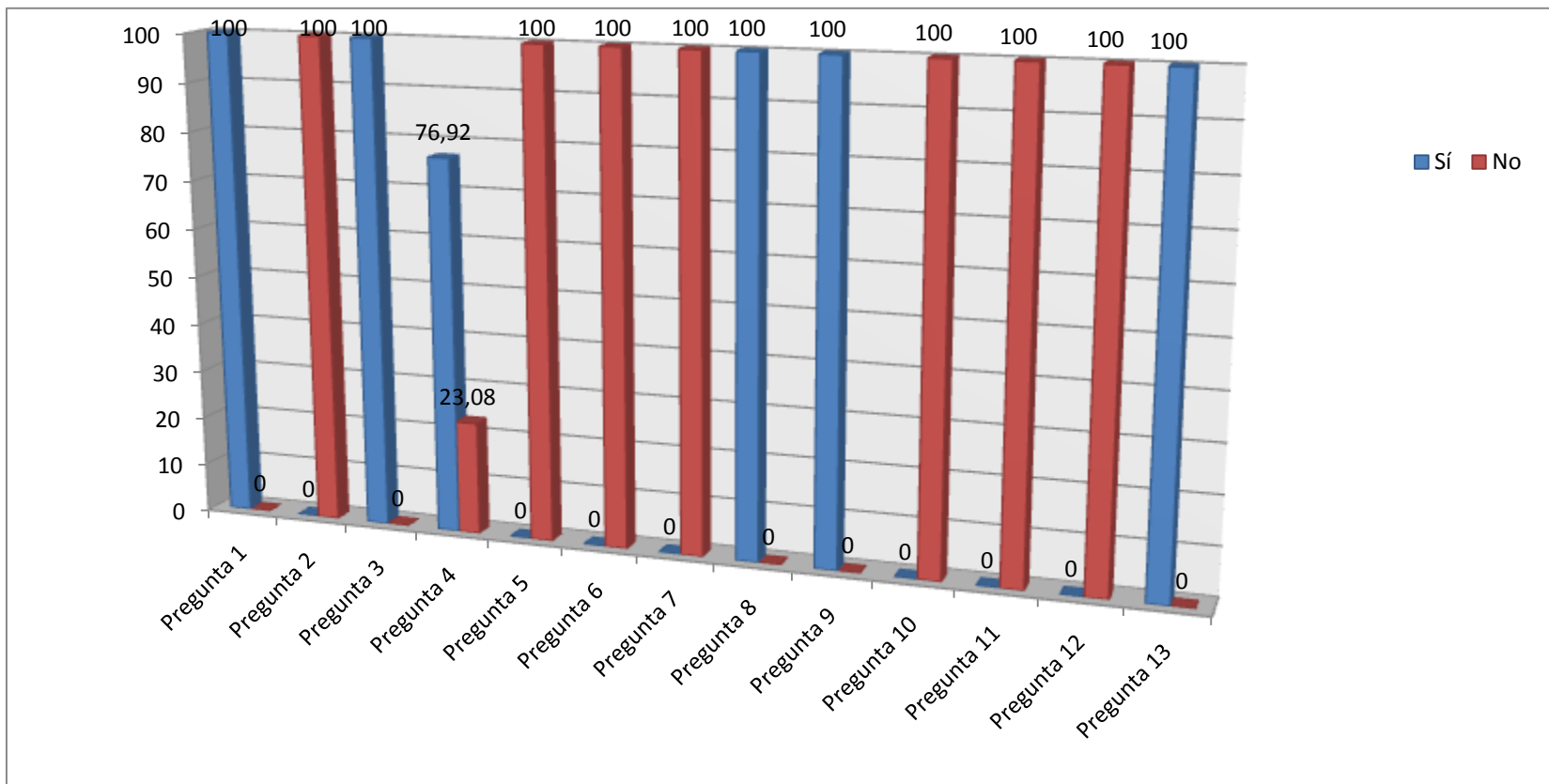
Fuente: Autor del trabajo de grado

CUESTIONARIO

1. ¿Tuvo inconvenientes al realizar la planificación del trabajo de grado?
2. ¿Conoce algún modelo para la elaboración de planes de trabajos de grado?
Si su respuesta es "No", continúe con la pregunta 4.
3. ¿Se basó en ese modelo?
4. ¿En qué se basaron para realizar la planificación de su proyecto de grado?
(múltiple respuesta)
 - a) Algún modelo propuesto por el centro de investigación
 - b) Modelo propuesto por la escuela.
 - c) Planes ya aprobados de otros compañeros.
 - d) Otros.
 - e) Ninguno
5. ¿Encontró apoyo en su director y/o codirector para la planificación de trabajo de grado?
6. ¿Ha cursado alguna materia que lo oriente en la planificación de trabajo de grado?
7. ¿Tiene algún conocimiento en planificación de proyectos?
8. ¿Cree necesario que la escuela cuente con una guía que oriente a los estudiantes para realizar la planificación del trabajo de grado?
9. ¿Analiza los riesgos que puede tener su proyecto en el momento de la planificación?
10. ¿Evaluó sus habilidades y conocimientos para escoger el tema de proyecto de grado?

ANEXO 3. FORMATO DE EVALUACIÓN DE PLANES DE TRABAJO DE GRADO

Figura 12 EVALUACIÓN A PLANES DE TRABAJO DE GRADO



Fuente: Autor del trabajo de grado

CUESTIONARIO

1. ¿Existe un listado de las tareas que componen el trabajo de grado?
2. ¿Se identifican las responsabilidades de cada uno de los implicados en el desarrollo del trabajo de grado?
3. ¿Se elabora una lista para identificar los productos que serán adquiridos externamente?
4. ¿Se especifica metodología que se utilizará en el trabajo de grado?
5. ¿Se define una estrategia para el almacenamiento y manejo de información histórica?
6. ¿Se realiza un análisis documentado de los riesgos existentes que podrían afectar el desarrollo del trabajo de grado?
7. ¿Existe una asignación de tareas para cada una de las entidades y/o personas implicadas en el trabajo de grado?
8. ¿Está estimado el coste del trabajo de grado?
9. ¿Existe un cronograma de actividades que establezca las fechas de entrega de los productos y/o culminación de las fases del trabajo de grado?
10. ¿Existe alguna estrategia para re-programar las actividades en el cronograma del trabajo de grado, si es necesario, dentro del tiempo de duración de un periodo académico?
11. ¿Se documenta una evaluación de los conocimientos y/o habilidades necesarias para la realización de las actividades del trabajo de grado?

12. ¿Se definen las responsabilidades de cada uno de los participantes del trabajo de grado?

13. ¿Se lleva a cabo un registro de las revisiones de trabajos de grado anteriores u otros documentos que sirvan como antecedentes?

ANEXO 4. LISTA DE OPORTUNIDADES DE MEJORA Y SUS POSIBLES SOLUCIONES REFERENCIADAS EN EL ÁREA DE PROCESO DE PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS DEL CMMI FOR DEVELOPMENT, VERSIÓN 1.2.

OPORTUNIDAD DE MEJORA	POSIBLES CAUSAS	SOLUCIONES PROPUESTAS PARA EL PROBLEMA	PRÁCTICAS ESPECÍFICAS (SP) DEL ÁREA DE PROCESO PLANIFICACIÓN DE PROYECTO DEL CMMI FOR DEVELOPMENT, V 1.2 QUE REFERENCIAN LAS SOLUCIONES PROPUESTAS
No se tiene claridad acerca de las limitaciones y/o alcance del trabajo de grado.	Se desconocen los atributos de las tareas a realizar durante el desarrollo del trabajo de grado.	Elaborar una estructura de descomposición del trabajo (WBS). La WBS proporciona un mecanismo de referencia y de organización para asignar el esfuerzo, el calendario y la responsabilidad; y se usa como el marco básico para planificar, organizar y controlar el trabajo realizado en el proyecto	SP 1.1 Estimar el alcance del proyecto. SP 1.2 Establecer las estimaciones de los atributos del producto de trabajo y de las tareas.
Objetivos muy amplios que no se pueden cumplir en el tiempo programado previsto en el cronograma.	No se realiza una correcta suposición acerca de lo que podría suceder durante el periodo de duración de la asignatura Trabajo de Grado II. No se organizan las tareas en un orden que permita el correcto desarrollo del trabajo de grado.	Es necesario establecer compromisos de entrega de productos en fechas determinadas; cada vez que se termine una actividad importante o se cumpla con un objetivo específico se deberá realizar una revisión de lo producido hasta ese momento. Además, es necesario proponer acciones correctivas para cumplir con la entrega de los productos finales, en caso tal que se presenten inconvenientes que interrumpen el desarrollo del trabajo de grado.	SP 2.1 Establecer el presupuesto y el calendario.
Cálculo erróneo del coste del trabajo de grado.	La realización del coste se hace con asunciones erróneas acerca de los precios reales de los productos o servicios que serán adquiridos.	Analizar datos históricos que permitan hacer estimaciones acertadas. Deben tenerse en cuenta costes de desarrollo y mantenimiento del producto final del trabajo de grado, incluyendo los de la infraestructura necesaria para esto. Realizar una consulta que permita conocer el precio de los productos que serán adquiridos externamente.	SP 1.4 Determinar las estimaciones de esfuerzo y de coste.
Algunos estudiantes presentan deficiencias en habilidades y conocimientos relacionados con la temática a abordar en el trabajo de grado.	Los autores del trabajo de grado desconocen la temática de su trabajo de grado, porque se ven atraídos por lo que será el producto final de éste, pero no tienen claridad acerca de las tareas necesarias para obtenerlo. No se realiza la evaluación previa de conocimiento y las habilidades necesarias porque los profesores	Realizar una evaluación previa que permita que el director y/o codirector del trabajo de grado verifique la idoneidad de los estudiantes para la realización de las actividades de dicho trabajo. En caso negativo y si es posible, tomar acciones correctivas	SP 2.5 Planificar el conocimiento y las habilidades necesarias.

	asumen que los estudiantes los adquirirán antes o durante el desarrollo de su trabajo de grado.		
Sucesos imprevistos que afectan el trabajo de grado durante el curso de la asignatura Trabajo de Grado II	No se realiza un análisis de riesgos documentado en el plan de trabajo de grado, que permita identificar aquellos hechos que podrían suceder y afectar el cumplimiento de dicho plan.	Escoger una técnica adecuada para hacer un análisis de riesgos que permita proponer acciones preventivas y/o correctivas, según sea el caso (cada director y/o codirector debe decidir la que se aplicará de acuerdo a su experiencia y necesidades). Además, el hecho de estar documentadas en el plan, permitirá realizar revisiones para verificar el correcto desarrollo del trabajo de grado.	SP 2.2 Identificar los riesgos del proyecto.
Planeación deficiente de actividades.	El plan de trabajo de grado no posee una correcta descripción de las tareas que permitirán cumplir con los objetivos del trabajo de grado.	Las tareas a realizar deben ser descritas y asignadas por escrito para que cada uno de los involucrados en el desarrollo del trabajo de grado tenga claridad acerca de las responsabilidades adquiridas, así como los requisitos de entrega de los productos de dichas tareas.	SP 1.2 Establecer las estimaciones de los atributos del producto de trabajo y de las tareas. SP 1.4 Determinar las estimaciones de esfuerzo y de coste.
Presupuesto erróneo de recursos disponibles (materiales, institucionales y financieros)	Sólo se realiza una estimación de los gastos económicos, pero no se tienen en cuenta los recursos de otro tipo que serán usados.	Se deben establecer por escrito los compromisos adquiridos con la prestación de servicios institucionales, adquisición de bienes materiales y gastos financieros que sirvan para el desarrollo del trabajo de grado.	SP 2.1 Establecer el presupuesto y el calendario.
Falta de coordinación con los interesados en el trabajo de grado.	No se especifican los compromisos con los interesados ni las exigencias que ellos imponen durante el desarrollo del trabajo; además, no se hace una explicación clara acerca de su participación.	Deben establecerse los compromisos con los interesados, para saber hasta qué punto pueden participar en el trabajo de grado. También, deben ser documentadas las condiciones bajo las cuales se sustenta su participación.	SP 2.6 Planificar la involucración de las partes interesadas.
No existe(n) estrategia(s) para el almacenamiento de información útil para los trabajos de grado.	No se tiene una estrategia que permita la obtención de información que pueda sustentar el trabajo de grado; además, no se dispone de un método para almacenar el producto final de este trabajo en el centro de investigación para futuros trabajos que sigan la misma línea de desarrollo.	Debe implementarse una metodología que permita al almacenamiento de información en cada centro de investigación, estableciendo condiciones de privacidad y seguridad para su uso, reproducción y distribución.	SP 2.3 Planificar la gestión de los datos.
Mala coordinación de productos que componen a uno mayor	Cuando el producto final de un trabajo de grado depende de otros productos o trabajos anteriores,	Es necesario realizar una revisión de dichos trabajos, analizando sus limitaciones y estableciendo la forma en que la información será usada y compartida.	SP 3.1 Revisar los planes que afectan al proyecto SP 1.1 Estimar el alcance del proyecto.

y que se desarrollan entre varios estudiantes.	consecutivos y/o simultáneos, no son tenidos en cuenta, o se hace pero de forma incorrecta.		SP 2.3 Planificar la gestión de los datos.
En algunos casos no se programan actividades internas de evaluación del proyecto, y cuando se plantean, no saben cómo realizarlas.	Los estudiantes desconocen los mecanismos de evaluación interna (en caso de existir) de sus actividades durante sus trabajos de grado, por parte de los centros de investigación.	Es necesario que el plan describa las tareas que se llevarán a cabo, así como las responsabilidades de cada uno de los involucrados en el trabajo de grado. El cumplimiento de lo establecido en el plan permitirá la obtención de un compromiso con el mismo para garantizar el éxito del trabajo de grado. El director y/o codirector establecerá la forma en que se verificará el cumplimiento de cada una de las tareas propuestas, así como las fechas en las que se llevarán a cabo.	SP 2.6 Planificar la involucración de las partes interesadas. SP 3.2 Reconciliar los niveles de trabajo y de recursos. SP 3.3 Obtener el compromiso con el plan.

Fuente: Autor del trabajo de grado

ANEXO 5. INSTRUCTIVO PARA EL USO DEL MODELO OBTENIDO COMO PRODUCTO FINAL DEL TRABAJO DE GRADO QUE LLEVA COMO TÍTULO: “DISEÑO DE UN MODELO PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES DE TRABAJOS DE GRADO USANDO COMO REFERENCIA EL CMMI (CAPABILITY MATURITY MODEL INTEGRATION) FOR DEVELOPMENT, VERSION 1.2”

Preámbulo

Este instructivo tiene como fin único orientar a los interesados en el uso del modelo propuesto para la elaboración de planes de trabajos de grado usando como referencia el CMMI (Capability Maturity Model Integration) for development, version 1.2 ⁴⁷(específicamente, el área de proceso Planificación de Proyecto)⁴⁸. Para realizar una correcta planificación es importante que se tengan en cuenta las asesorías dadas por las personas que tienen a cargo la dirección y/o codirección de cada uno de los trabajos de grado, además, si así se desea, los resultados de este escrito.

Como se trata de un modelo, es necesario dilucidar que este documento puede ser tomado como un ejemplo o guía a seguir; a su vez, debe quedar claro que se quiere enunciar algunos aspectos básicos de planificación, que si son tenidos en cuenta podrían llegar a dar como resultado un plan bien elaborado, que debe ser complementado con la integración del trabajo llevado a cabo por cada una de las partes implicadas en la creación del mismo.

⁴⁷CMMI, Guía para la Integración de Procesos y la Mejora de Productos (ISBN: 9788478290963). [En línea] Pearson Educación, S.A. en el año 2009. Segunda edición, Pág. XI, [Consultado el 20 de julio de 2009]. disponible en Internet: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/translations/spanish/cmmi-dev-v12-spanish.pdf>

⁴⁸ Ibíd., disponible en internet: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/translations/spanish/cmmi-dev-v12-spanish.pdf>. Pág. 401.

Estilo de redacción y ortografía

Antes de empezar el desarrollo del cuerpo de este documento, es importante conocer algunas reglas ortográficas y gramaticales⁴⁹ básicas, que permiten tanto a los lectores como a los autores del mismo, entender su contenido a través del uso de palabras y frases bien escritas, y sobre todo hacer un correcto uso del idioma español. Se aconseja no recurrir a extranjerismos, cuya traducción al español existe, así su utilización sea poco común.

La Real Academia de la Lengua Española pone a disposición del público “EL DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA - Vigésima segunda edición” y el “DICCIONARIO PANHISPÁNICO DE DUDAS - Primera edición (octubre 2005)”.⁵⁰ En ellos se encontrará toda la información referente al significado de cada palabra consultada, así como la aclaración a dudas frecuentes acerca de ciertas expresiones, respectivamente, y pueden ser consultados a través de los sitios electrónicos mencionados en el siguiente párrafo, o a través de medios físicos en los diccionarios disponibles en las bibliotecas. Como ejemplo para las personas que decidan utilizar este modelo, se propone desambiguar el significado de la expresión “Estado del arte”:

Para este caso, se inicia la búsqueda en el sitio electrónico <http://www.rae.es/rae.html>, escribiendo la palabra clave “arte” en la casilla ubicada abajo del texto “*Diccionario panhispánico de dudas Primera edición*”; luego, se procede a clicar sobre el icono que está en el costado derecho de la casilla en donde se escribió la palabra.

⁴⁹ (Del lat. *grammatīca*, y este del gr. γραμματική). 1. f. Ciencia que estudia los elementos de una lengua y sus combinaciones. 2. f. Tratado de esta ciencia. *La biblioteca tiene una buena colección de gramáticas*. 3. f. gramática normativa. 4. f. Arte de hablar y escribir correctamente una lengua. 5. f. Libro en que se enseña. 6. f. Antiguamente, estudio de la lengua latina. Tomado de: http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=gramática

⁵⁰ DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA. [En línea]. Vigésima segunda edición y DICCIONARIO PANHISPÁNICO DE DUDAS. [En línea] Primera edición (octubre 2005) [Consultado el 25 de julio de 2009]. disponible en Internet: <http://www.rae.es/rae.html>

Figura Nº 13 Ejemplo de búsqueda Diccionario Panhispánico

Diccionario panhispánico de dudas

Primera edición



Fuente: DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA. [En línea]. Vigésima segunda edición y DICCIONARIO PANHISPÁNICO DE DUDAS. [En línea]Primera edición (octubre 2005) [Consultado el 25 de julio de 2009]. Disponible en Internet: <http://www.rae.es/rae.html>

A continuación se cita lo que dice el Diccionario panhispánico de dudas⁵¹, acerca de la definición de la palabra consultada, en su segundo significado que satisface la búsqueda en este caso **arte**:

...2. **Estado del arte.** Calco censurable del inglés state of the art: «Se tendrá la inestimable ocasión de ver allí [...] los desarrollos más avanzados, el estado del arte de nuestras variadas tecnologías» (Abc [Esp.] 12.7.96). En español, se recomienda sustituirlo por las expresiones estado o situación actual, últimos avances o estado de la cuestión, según los casos.⁵²

Es notorio que una expresión errónea puede llegar a ser de uso común por desconocer su origen y no realizar la debida consulta. Aparte de este caso, existen muchos más que pueden evitarse si se acude al diccionario y se realiza la lectura de libros especializados que permiten conocer el entorno en los cuales se usan estos términos. La búsqueda en el Diccionario de la Lengua Española Vigésima segunda edición, se realiza de forma similar:

Se inicia la búsqueda en el sitio electrónico <http://www.rae.es/rae.html>, escribiendo la palabra cuyo significado se desea consultar, en la casilla ubicada

⁵¹ *Ibíd.*, disponible en: <http://www.rae.es/rae.html>

⁵² DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA. [En línea]. Vigésima segunda edición y DICCIONARIO PANHISPÁNICO DE DUDAS. [En línea]Primera edición (octubre 2005) [Consultado el 25 de julio de 2009]. disponible en Internet: <http://buscon.rae.es/dpdI/SrvltConsulta?lema=arte>

abajo del texto “*Diccionario de la lengua española Vigésima segunda edición*”; luego, se procede a clicar sobre el icono que está en el costado derecho de la casilla en donde se escribió la palabra.

Figura N° 14 Ejemplo de búsqueda Diccionario de la Lengua Española



Fuente: DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA. [En línea]. Vigésima segunda edición y DICCIONARIO PANHISPÁNICO DE DUDAS. [En línea]Primera edición (octubre 2005) [Consultado el 25 de julio de 2009]. Disponible en Internet: <http://www.rae.es/rae.html>

Por otro lado, la formación académica debe estar acompañada de un correcto aprendizaje del lenguaje nativo, permitiendo que los estudiantes desarrollen destrezas que les permitan crear un estilo de redacción acorde a su profesión. Si no se tienen dichas habilidades, es adecuado recurrir a asesorías por parte de personas especializadas en este campo, o a consultas en fuentes oficiales y confiables, que brinden información acertada relacionada con estos aspectos.

Presentación del plan de acuerdo con la norma técnica colombiana NTC 1486 (Sexta actualización julio 23 de 2008) para documentación, presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) ejerciendo su labor de normalización, creó la norma técnica colombiana *NTC 1486 –Documentación, Presentación de Tesis, Trabajos de grado y otros Trabajos de Investigación-* para la elaboración de documentos como el que se

pretende elaborar con el presente modelo. A continuación se cita la referencia que se hace en su sitio electrónico acerca de dicha publicación⁵³:

ICONTEC ha tenido como propósito orientar al público en general sobre la mejor forma de presentar sus trabajos escritos con la suficiente estética, ortografía, redacción y un lenguaje profesional adecuado para cada uno. La norma aplicable es la NTC 1486, creada desde 1979; se actualiza periódicamente para dar respuesta a las necesidades más frecuentes de los usuarios. La versión vigente es la quinta actualización. La sexta actualización se publicará a finales de 2008⁵⁴

El autor de este documento aconseja realizar las consultas necesarias en el libro *Compendio Tesis y otros Trabajos de grado*, que contiene las normas técnicas colombianas NTC 1486, NTC 1487, NTC 1075, NTC 1160, NTC 1307, NTC 1308 y NTC 4490⁵⁵, ya que su uso permitirá realizar un trabajo aceptable y útil para futuras búsquedas de información; su introducción remarca este

⁵³ Ibíd., disponible en internet :

http://www.icontec.org/BancoConocimiento/C/compendio_de_tesis_y_otros_trabajos_de_grado/compendio_de_tesis_y_otros_trabajos_de_grado.asp?CodIdioma=ESP

⁵⁴ Se dispone de un manual con algunos de los aspectos que se deben tener en cuenta para la presentación de los trabajos de grado de tecnólogo y/o profesional de la Fundación Universitaria Los Libertadores. Esta información fue tomada de las Normas Técnicas de ICONTEC NTC 1486. Sexta Actualización julio 23 de 2008, Documentación. Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación en INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION, Trabajos escritos: presentación de referencias bibliográficas, 2008.

Para mayor información remitirse al documento original. Las Normas Técnicas Colombianas se identifican porque son publicadas en tamaño ISO A4 (21 cm x 29,7 cm) y están disponibles solamente en librerías de prestigio reconocido, en las diferentes ciudades del país, así como en las oficinas de ICONTEC. <http://www.ulibertadores.edu.co/?idcategoria=1796#>

⁵⁵ ICONTEC. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1486 (SEXTA ACTUALIZACIÓN JULIO 23 DE 2008) [En línea] para DOCUMENTACIÓN, PRESENTACIÓN DE TESIS, TRABAJOS DE GRADO Y OTROS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN. Pág. 29 [Consultado el 27 de Julio del 2009]. Disponible en internet:

http://www.icontec.org/BancoConocimiento/C/compendio_de_tesis_y_otros_trabajos_de_grado/compendio_de_tesis_y_otros_trabajos_de_grado.asp?CodIdioma=ESP.

Tomado de la página de contenido del libro *Compendio Tesis y otros Trabajos de grado*.

NTC 1486 Documentación. Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación.

NTC 1075 Documentación. Guía para numeración de divisiones y subdivisiones en documentos escritos.

NTC 1487 Documentación. Citas y notas de pie de página.

NTC 1160 Documentación. Referencias bibliográficas para libros, folletos e informes.

NTC 1308 Documentación. Referencias bibliográficas para publicaciones seriadas.

NTC 1307 Documentación. Referencias bibliográficas para normas.

TC 4490 Referencias documentales para fuentes de información electrónicas.

aspecto: “..., su correcta aplicación significa una contribución esencial en la transferencia de información contenida en ellas”⁵⁶.

El ICONTEC propone utilizar un contenido y orden específico que puede ser usado para lo que allí es llamado “anteproyecto”⁵⁷, que en el caso de este documento hace alusión al término “plan de trabajo de grado”. Se decidió realizar variaciones a este orden, para intentar satisfacer las necesidades de los estudiantes de la E³T y adaptar el CMMI for development, version 1.2 a este escenario. La estructura básica del contenido modificado es la siguiente:

Preliminares

Partes que anteceden al cuerpo.

- Cubierta (opcional)
- Portada
- Página de Aceptación
- Contenido

TEXTO O CUERPO

Parte central donde se desarrolla el tema

- Formulación del problema
- Justificación
- Objetivos generales y específicos
- Alcance del proyecto
- Marco teórico referencial (teórico, histórico, conceptual, estado actual, científico y tecnológico, entre otros)

⁵⁶ Ibíd. Introducción, Disponible en internet : http://www.icontec.org/BancoConocimiento/C/compendio_de_tesis_y_otros_trabajos_de_grado/compendio_de_tesis_y_otros_trabajos_de_grado.asp?CodIdioma=ESP

⁵⁷ Ibíd. Pág. 4, Disponible en internet : http://www.icontec.org/BancoConocimiento/C/compendio_de_tesis_y_otros_trabajos_de_grado/compendio_de_tesis_y_otros_trabajos_de_grado.asp?CodIdioma=ESP

- Diseño metodológico preliminar
- Nombres de las personas que participan en el proceso
- Recursos disponibles (materiales, institucionales y financieros)
- Análisis de los riesgos del trabajo de grado
- Gestión de datos
- Cronograma

En este segmento se aplican las normas NTC 1487 y NTC 1075

COMPLEMENTARIOS

Material que complementa o adiciona al escrito

- Bibliografía
- Anexos

En este segmento se aplican las normas NTC 1160, NTC 1307, NTC 1308 y NTC 4490

PARA TENER EN CUENTA EN UN TRABAJO ESCRITO

- Márgenes

Superior: 3 cm (4 cm título)

Izquierdo: 4 cm

Derecho: 2 cm

Inferior: 3 cm

(Número de página a 2 cm y centrado)

- Interlíneas

El trabajo se escribe a una interlinea sencilla y después de punto aparte a dos interlíneas sencillas, cuando es punto seguido se deja un espacio.

- Redacción

“La presentación de un documento escrito debe tener claridad, concisión, precisión, sencillez y vigor expresivo en la exposición de ideas⁵⁸”.

Desarrollo del plan tomando como referencia el CMMI (Capability Maturity Model Integration) for Development, versión 1.2

El modelo propuesto, como se afirmó anteriormente, está basado en el área de proceso Planificación de Proyecto del CMMI (Capability Maturity Model Integration) for development, version 1.2. Cada una de las prácticas que debe llevarse a cabo se explica en su correspondiente apartado, de tal manera que el usuario del modelo esté en capacidad de encontrar allí la información necesaria que le permita elaborar su plan, cumpliendo con cada uno de los requisitos mínimos del modelo.

Se espera que las personas que decidan hacer del uso del modelo propuesto, no tengan la necesidad de abordar la extensa temática del CMMI⁵⁹, ya que simplemente se desea proporcionar una guía que oriente la realización de sus planes de trabajo de grado, para que la ejecución de dicho trabajo sea exitosa y cumpla con todos los requisitos impuestos por la Universidad Industrial de Santander en el Reglamento Académico – Estudiantil De Pregrado (artículos en que se hace referencia a la realización del trabajo de grado)⁶⁰.

NOTA: Para el uso del modelo es necesario aclarar que el texto escrito en cursiva debe ser borrado y reemplazado por lo que allí, según las indicaciones propuestas, debería ser consignado.

⁵⁸ Ibíd. Pág. 34, Disponible en internet : http://www.icontec.org/BancoConocimiento/C/compendio_de_tesis_y_otros_trabajos_de_grado/compendio_de_tesis_y_otros_trabajos_de_grado.asp?CodIdioma=ESP

⁵⁹ CMMI, Guía para la Integración de Procesos y la Mejora de Productos (ISBN: 9788478290963). [En línea] Pearson Educación, S.A. en el año 2009. Segunda edición. [Consultado el 20 de julio de 2009]. disponible en Internet: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/translations/spanish/cmmi-dev-v12-spanish.pdf>

⁶⁰ UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Reglamento Académico Estudiantes de Pregrado. Título V, Capítulo IX, artículos 111 a 135, Modificado por el Acuerdo del Consejo Superior N° 004 de febrero 12 de 2007, por el cual se establecen nuevas modalidades y reglamentación para la realización del Trabajo de Grado.

ANEXO 6. MODELO PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES DE TRABAJOS DE GRADO USANDO COMO REFERENCIA EL CMMI (CAPABILITY MATURITY MODEL INTEGRATION) FOR DEVELOPMENT, VERSION 1.2

Modelo para la Elaboración de Planes de Trabajo de Grado.

Usando CMMI for Development Version 1.2

**PLAN DE TRABAJO DE GRADO:
TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO**

PRESENTADO ANTE:
**COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍAS
ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES**

AUTORES:
Nombre completo de cada uno de los autores del Trabajo de Grado

DIRECTOR:
Nombre completo del director del Trabajo de Grado
CODIRECTOR (SI SE HA ASIGNADO):
Nombre completo del codirector del Trabajo de Grado (si se ha asignado)

**Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas
Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones
Bucaramanga-*Fecha en la que se entrega el plan de Trabajo de Grado***

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO

Espacio reservado para la firma del director del Trabajo de Grado

Nombre completo del director del Trabajo de Grado

CODIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO (SI SE HA ASIGNADO)

Espacio reservado para la firma del codirector del Trabajo de Grado (si se ha asignado)

Nombre completo del director del Trabajo de Grado (si se ha asignado)

AUTORES DEL TRABAJO DE GRADO

Espacio reservado para la firma de uno de los autores del Trabajo de Grado

Nombre completo, código de estudiante y carrera de uno de los autores del Trabajo de Grado

Espacio reservado para la firma de uno de los autores del Trabajo de Grado

Nombre completo, código de estudiante y carrera de uno de los autores del Trabajo de Grado

CONTENIDO

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

JUSTIFICACIÓN

OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

ALCANCE DEL PROYECTO

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL (TEÓRICO, HISTÓRICO, CONCEPTUAL, ESTADO ACTUAL, CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO, ENTRE OTROS)

DISEÑO METODOLÓGICO PRELIMINAR

NOMBRES DE LAS PERSONAS QUE PARTICIPAN EN EL PROCESO

RECURSOS DISPONIBLES (MATERIALES, INSTITUCIONALES Y FINANCIEROS)

ANÁLISIS DE LOS RIESGOS DEL TRABAJO DE GRADO

GESTIÓN DE DATOS

CRONOGRAMA

BIBLIOGRAFÍA

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Luego de realizar un estudio previo con las personas responsables de la realización del trabajo de grado, se espera que en este apartado se exponga el tema que va a ser objeto de estudio, además de sus variables, que a su vez, deben estar relacionadas de forma justificada.

La formulación presenta el objetivo fundamental del estudio en sus dimensiones exactas, mediante una exposición formalmente explícita, indicando por medio de ella qué información debe obtener el investigador para resolver el problema.

Debe hacerse un escrito claro y conciso, que no dé lugar a dudas, acerca de los aspectos a tratar durante la etapa de ejecución del trabajo de grado.

Puede optarse por el uso de preguntas acerca del problema, pero se debe garantizar que su respuesta exista y que aporten soluciones a dicho asunto.

JUSTIFICACIÓN

El producto final del trabajo de grado debe tener cierta importancia que debe ser demostrada en esta sección. Es necesario explicar aquí el aporte que hará el resultado de esta labor a la búsqueda de la solución del problema objeto de estudio, o si es posible, cómo se solucionará de forma definitiva.

Además, es necesario establecer cómo dicho producto permitirá continuar por la misma línea de desarrollo y aplicación de conocimiento, si así fuese necesario; además, se debe dar a conocer la forma en que podrá ser utilizado como referencia para otros autores.

Lo anterior permite resumir que se deben plasmar aquí, aquellos aspectos que, según el criterio y la experiencia del grupo que elabora este documento, sean lo más importante que dejará como resultado su trabajo de grado después de la etapa de ejecución.

OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

Para que el trabajo de grado sea exitoso, además de cumplir con otros requisitos, debe tenerse claridad acerca de las acciones concretas que deben llevarse a cabo para la obtención de los resultados esperados. Estas acciones se dilucidan en los objetivos a cumplir.

Los objetivos sirven para determinar el tipo de tareas a ejecutar durante el proceso, clarificando si se va a realizar una propuesta, una identificación, una descripción, un análisis, un planteamiento, una determinación, una comparación, una interpretación.

Entre otras acciones posibles en el escenario del trabajo de grado. Se dividen en:

OBJETIVO GENERAL: *Es único y especifica cuál es el principal fin del trabajo de grado, en relación con el campo del conocimiento objeto de su estudio. Debe ser concreto en su explicación, cuando se trate de describir la visión que se tiene del producto obtenido al final del periodo de duración de la asignatura Trabajo de Grado II, tiempo establecido por el cronograma (ver más detalles al respecto en el aparte dedicado a este ítem).*

OBJETIVOS ESPECÍFICOS: *Describen el desarrollo parcial del proceso y las actividades que, en determinado orden, permitirán la consecución del objetivo general.*

Es posible establecer aquí la entrega de resultados parciales cada vez que se cumpla algunos de los objetivos aquí propuestos.

ALCANCE DEL PROYECTO

La descripción del producto final del trabajo de grado, así como el impacto que generará a partir de su concepción y posible aplicación, se escribe aquí.

Anteriormente, en los objetivos específicos, se realizó la descripción, de forma breve, clara y precisa de las actividades ligadas al desarrollo parcial del proceso. En este punto, se espera que sean consignados con detalle los productos de estas actividades que serán los entregables o no entregables del trabajo de grado, así como sus respectivos aportes a su campo de estudio.

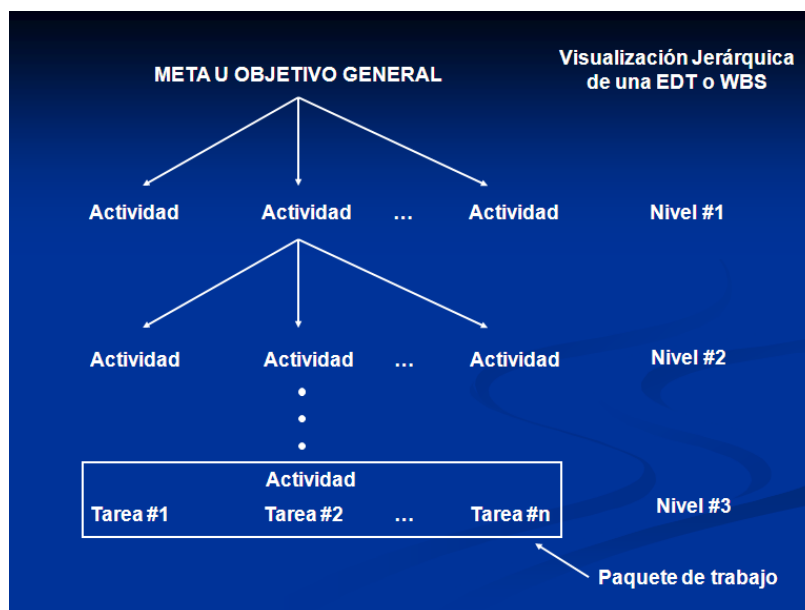
Es muy importante destacar que lo escrito aquí, exige el compromiso por parte de los implicados acerca del cumplimiento con la entrega de todo lo establecido en los objetivos.

La descripción de las actividades puede realizarse a través del desarrollo de una Estructura de descomposición del trabajo (WBS) (work breakdown structure). La WBS satisface esta necesidad, ya que consiste en una disposición de los elementos de trabajo y de su relación entre ellos y con el producto final.

Esta disposición, parte de un concepto global de lo que se quiere del trabajo de grado, es decir, del objetivo general, y se ramifica en orden descendente a través de las actividades necesarias para la consecución del mismo. Las actividades, a su vez, son descompuestas en tareas que permitirán lograr lo que se espera. Estas tareas reciben el nombre de Paquete de Trabajo⁶¹

⁶¹ Estructura Descomposición Trabajo EDT. [En línea] PÁGINA ENSVIDIA [Consultado el 12 de noviembre de 2008]. Disponible en Internet: <http://ensvidia.com/puntojab/files/informacion/Practica3-EstructuraDescomposicionTrabajo-EDT.ppt>

Figura N° 15 Ejemplo de una WBS



Fuente: Estructura Descomposición Trabajo EDT. [En línea] PÁGINA ENSVIDIA [Consultado el 12 de noviembre de 2008]. Disponible en Internet: <http://ensvidia.com/puntojab/files/informacion/Practica3-EstructuraDescomposicionTrabajo-EDT.ppt>

La WBS puede ser creada con herramientas ofimáticas clásicas o a través del uso de una herramienta software llamada Microsoft Office Project⁶², la cual ofrece la posibilidad de elaborar una WBS a través de la creación de códigos de WBS, que, según el fabricante:

“... son códigos alfanuméricos que identifican el lugar único de cada tarea en la estructura de esquema (esquema: estructura jerárquica de un proyecto que muestra cómo algunas tareas se ajustan en agrupaciones más amplias. En Project, las sub-tareas se sitúan con una sangría en tareas de resumen) del proyecto. Los códigos EDT se utilizan para informar sobre programaciones (programación: medición del tiempo y secuencia de las tareas dentro de un proyecto. Una programación se compone principalmente de tareas, dependencias entre tareas, duraciones, delimitaciones e información del proyecto en función del tiempo) y para realizar un seguimiento de los costos (costo: costo total programado de una tarea, un recurso o una asignación o de todo el proyecto. En ocasiones se denomina "costo

⁶² Microsoft Office Project es un producto de la suite ofimática Microsoft Office (MSO), propiedad de Microsoft.

actual". En Project, los costos previstos se denominan normalmente "presupuesto")."⁶³

Además de la WBS, es necesario que en este apartado se describa el ciclo de vida del producto final del trabajo de grado que es el periodo de tiempo, consistente en fases, que empieza cuando se concibe el producto del trabajo y termina cuando el producto ya no está disponible para su uso. Un ciclo de vida del producto podría constar de las siguientes fases:

- *Concepto/visión*
- *Viabilidad*
- *Diseño/desarrollo*
- *Producción*
- *Retirada.*

⁶³ Microsoft Office Project [En línea] Página Microsoft [Consultado el 14 de febrero de 2009]. Disponible en Internet: <http://office.microsoft.com/es-es/project/HA101567853082.aspx>

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL (TEÓRICO, HISTÓRICO, CONCEPTUAL, ESTADO ACTUAL, CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO, ENTRE OTROS)

En este apartado deben traerse a colación, con su debida referencia bibliográfica, las definiciones existentes relacionadas con el tema del trabajo de grado, así como las teorías, leyes, estudios y otras publicaciones previas (antecedentes) que permitan entender y desarrollar la problemática planteada en este plan, y que a su vez sustenten las propuestas hechas en el mismo. Se establece lo anterior, debido a que esta sección contiene el marco de referencia para el desarrollo de las actividades que se llevarán a cabo, para el logro de los objetivos enunciados en su respectiva sección.

Entre estos marcos de referencia, puede estar presente el marco teórico histórico, conceptual, estado actual, científico y tecnológico, geográfico, demográfico, entre otros que según consideración de los autores de este escrito, deban incluirse.

En el caso de trabajos de grado cuyo resultado esperado sea parte de un proceso que está compuesto por el desarrollo de otros trabajos durante el mismo periodo académico, es necesario realizar la revisión de sus respectivos planes, para estudiar de qué forma afectan el plan del trabajo propio; lo anterior se propone con el fin de delimitar el contenido de la temática abordada en cada uno de los trabajos, así como para determinar cuál aspecto de ella es objeto de estudio de cada uno de los autores. Estas revisiones deben quedar registradas en esta sección, para asegurar que el marco de referencia ha sido asignado y delimitado de forma correcta.

Debe quedar claro que, como en todo el cuerpo de este documento, debe realizarse la citación de aspectos claves, en forma breve y precisa.

DISEÑO METODOLÓGICO PRELIMINAR

El Artículo 1° del Acuerdo 004 de 2007 por el cual se modifica el Reglamento Académico de Pregrado, en su Título V, Capítulo IX “Del Trabajo de Grado” de la Universidad Industrial de Santander, establece que:

...Mediante el Trabajo de Grado el estudiante tendrá la posibilidad de:

- a. Aplicar el método científico a procesos de estudio y decisión.*
- b. Diagnosticar problemas y necesidades utilizando los conocimientos adquiridos en la Universidad.*
- c. Acopiar y analizar información para plantear soluciones a problemas y necesidades específicos.*
- d. Desarrollar planes y ejecutar proyectos que le permitan demostrar sus capacidades y talentos, así como fortalecer la toma de decisiones.*
- e. Profundizar en el conocimiento de un área temática o problema de interés.*

Como estudiantes de la universidad, los autores de este plan deben establecer un método que cumpla a cabalidad con todos los aspectos mencionados en el artículo anteriormente citado.

Existen diversidad de métodos (el método científico, el método experimental, el método deductivo, el método inductivo, entre otros), aplicables al proceso llevado a cabo durante el trabajo de grado, siempre y cuando logren de manera adecuada el fin establecido por el plan; la UIS opta por sugerir el método científico.

Sea cual sea el método escogido, el propósito de su aplicación se resume en tres aspectos básicos:

- I. Establecer un inicio del trabajo de grado, es decir, decidir cuál va a ser el objeto de estudio de este proceso, área temática a abordar o problema a solucionar. Con lo anterior se espera que se tenga un punto de inicio.*

- II. Visionar cuál va a ser el producto obtenido al terminar el trabajo de grado, es decir, establecer un punto final.*
- III. Diseñar una ruta y una estrategia que permita llevar el trabajo desde el punto inicial hasta el final.*

Se aconseja a los estudiantes que pidan asesoría a su director y/o codirector para la definición del método a aplicar.

NOMBRES DE LAS PERSONAS QUE PARTICIPAN EN EL PROCESO

El trabajo de grado puede comprometer a estudiantes de pregrado, profesores, personas y/o entidades que forman parte de la Universidad Industrial de Santander, o son agentes externos a ella.

Esta sección es para identificar a cada uno de los protagonistas en el escenario del trabajo de grado, especificando los aportes hechos a él (económicos, materiales, de conocimiento, etc.), así como la definición de sus responsabilidades en la ejecución de cada una de las fases del trabajo de grado y su tiempo de permanencia en la duración del mismo.

Se propone el uso de una tabla que relacione cada uno de estos aspectos, como se observa a continuación:

TABLA N° 10 Protagonistas en Aportes para el Trabajo de grado

PROTAGONISTA	APORTE(S) AL TRABAJO DE GRADO	RESPONSABILIDAD(ES) ASUMIDA(S)	TIEMPO ESTABLECIDO DE PERMANENCIA EN EL TRABAJO DE GRADO
Protagonista A*			
Protagonista B*			
Protagonista C*			
Protagonista D*			
Protagonista E*			

* NOMBRES Y APELLIDOS/ NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN

Fuente: Autor del trabajo de grado.

La adjudicación de estas responsabilidades puede certificarse a través de compromisos verbales, aunque es aconsejable que se realice de forma escrita, para que pueda evidenciarse en caso de ser necesario.

En algunos casos es indispensable establecer primero un compromiso provisional, para permitir alcanzar un nivel más alto de confianza, que se verá reflejado en el establecimiento de un compromiso definitivo con el plan. Esto, en el caso de presentarse negociaciones de compromisos con los

protagonistas durante el desarrollo del trabajo de grado (en este caso debe, de igual manera, quedar constancia de los compromisos adquiridos). El fin último de este proceso es asegurar una comprensión mutua entre las partes, que permita rastrear y mantener sus responsabilidades como protagonistas en el escenario de desarrollo del trabajo de grado.

El director y/o el codirector están autorizados para revisar los compromisos adquiridos por cada uno de los protagonistas, cuando así lo consideren necesario. Por otro lado, es necesario identificar las habilidades y conocimientos que deben tener los autores para la realización de cada una de las actividades, que llevarán al cumplimiento del objetivo general del trabajo de grado, así como la revisión del cumplimiento de estos requisitos; ésta verificación debe ser hecha por el director y/o el codirector a cada uno de los autores del trabajo de grado. Se propone el uso de una tabla para el cumplimiento de estos requisitos, como se muestra a continuación.

TABLA N° 11 Relación entre un Autor (debe consignarse su nombre completo en el título de la tabla) y las Habilidades y/o Conocimientos Necesarios para cada Actividad del Trabajo de Grado

ACTIVIDAD	HABILIDAD/CONOCIMIENTO 1	HABILIDAD/CONOCIMIENTO 2	HABILIDAD/CONOCIMIENTO 3
ACTIVIDAD A	Cumple	Cumple	Cumple
ACTIVIDAD B	—	—	Cumple
ACTIVIDAD C	No cumple	—	—
ACTIVIDAD D	—	—	—
ACTIVIDAD E	—	Cumple	Cumple

Fuente: Autor del trabajo de grado.

En caso de no cumplir con alguno de los requisitos, los directores y/o codirectores, serán los encargados de aplicar las acciones correctivas que ellos consideren necesarias.

RECURSOS DISPONIBLES (MATERIALES, INSTITUCIONALES Y FINANCIEROS)

La correcta estimación de recursos garantiza que el trabajo de grado sea viable y que la inversión económica y material sea aprovechada de forma adecuada. Debe existir un razonamiento previo que permita plasmar en esta sección el presupuesto calculado de dinero y bienes materiales que van a ser usados en el trabajo de grado. Dicho razonamiento se hace relacionando las actividades que se llevarán a cabo, para el cumplimiento del objetivo general establecido y la inversión que debe hacerse para cada una de ellas; la documentación concerniente a esta labor debe ser documentada y almacenada para revisiones futuras.

El coste del trabajo de grado deberá ser determinado a través de las estimaciones hechas con las personas y/o entidades involucradas con el trabajo de grado. Además, deberá elaborarse una lista en la que se relacionen aquellos bienes materiales que serán adquiridos durante el desarrollo del trabajo, junto a la persona y/o entidad que los proporcionará. Los cálculos, anteriormente propuestos, deberán realizarse a partir de revisiones de documentación anterior, relacionada con trabajos de grado realizados por otros autores, o bien, contando con la experiencia del director y/o codirector en el campo objeto de estudio, ya que con estos antecedentes se podrá hacer una estimación confiable.

Aparte de bienes materiales y económicos, deberá estimarse el listado de servicios prestados por parte de instituciones ligadas al trabajo de grado, y que beneficien a los autores del mismo en su labor. En este aparte, debe estar relacionada la prestación de servicios por parte de dichas instituciones, así como el periodo de duración de estas asistencias; si existe algún coste o contraprestación debe mencionarse.

Si existen bienes materiales que han sido usados en anteriores trabajos de grado y serán reutilizados por los autores de este plan, deberá crearse una lista que relacione dichos bienes con el uso que se les dará, las condiciones en las que son recibidos, las entidades y/o personas responsables de ellos y el tiempo de duración de dicha reutilización.

TABLA Nº 12 Guía para la realización del Presupuesto

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR		VALOR TOTAL (Millones \$)	Empresa que apoye el proyecto		Esta casilla es por si hay otra empresa		TOTALES
		UNITARIO	CANTIDAD		Desembolsable	No Desembolsable	Desembolsable	No Desembolsable	
RECURSOS HUMANOS				acá se coloca el valor total de las sumas de recursos humanos	Se coloca el valor total de desembolso	Se coloca el valor total de los materiales			Se escriben los valores totales de ésta fila
En esta casilla Se enuncian A las personas que Participan En el desarrollo del proyecto	En esta casilla se describe si se tomara en horas, semanas o meses.	En esta casilla se describe El valor por unidad, puede Tomarse por hora o día de Trabajo, debe coordinar Con la casilla anterior.	En esta casilla Se describe el Tiempo total Del trabajo Realizado por Cada persona	En esta casilla se da el valor total a pagar a cada persona por el trabajo realizado. Y sale de la multiplicación entre el valor por unidad de tiempo y la cantidad	Es el dinero que dan en especie	Es lo que dan en materiales			
PROCESO DE PLANEACION									
DISEÑO Y FORMULACIÓN DEL PROYECTO				Se escribe el valor total de la columna de diseño y formulación					Se escriben los valores totales de ésta fila
Se escribe lo q se utilizará en materiales para este proyecto, ya sea lapiceros, PC, etc.	En esta casilla se escribe que se tomara en números	Valor por unidad	Se escribe la cantidad a utilizar	Se escribe el valor de la celda					
PROCESO DE EJECUCIÓN									
Se describen las				\$0					\$0

actividades que se llevarán a cabo para la ejecución del proyecto									
	Número	Valor por unidad	CANTIDAD						
ORGANIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN									
CODIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS				\$0					\$0
Se escribe lo necesario para la presentación del documento del proyecto	Número	v/r por unidad	CANT						
	Número	v/r por unidad	CANT						
SOCIALIZACIÓNN DE LOS RESULTADOS									
PRESENTACIÓN INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN				\$0					\$0
Se describen las actividades y materiales utilizados para la socialización del proyecto	Número	v/r por unidad	CANT						

	Número	v/r por unidad	CANT						
SUBTOTALES					Se escribe la sumatoria de los totales de ésta columna	Se escribe la sumatoria de los totales de ésta columna	Se escribe la sumatoria de los totales de ésta columna	Se escribe la sumatoria de los totales de ésta columna	Se escribe la sumatoria de los totales de ésta columna
TOTAL				Se escribe la sumatoria de los totales de ésta columna					\$ 0
SUBTOTAL DESEMBOLSABLE	\$ 0								
SUBTOTAL NO DESEMBOLSABLE	\$ 0								

Fuente: Autor del trabajo de grado.

ANÁLISIS DE LOS RIESGOS DEL TRABAJO DE GRADO

Los riesgos son la contingencia o proximidad de daños¹ que podrían estar presentes durante las etapas del trabajo de grado; deben ser estudiados de manera correcta para evitar que ocasionen problemas o, en el peor de los casos, originen el fracaso del proceso. Existen dos tipos de métodos para la realización de análisis de riesgos, si se atiende a los aspectos de cuantificación:

- *Métodos cualitativos: se caracterizan por no recurrir a cálculos numéricos. Pueden ser métodos comparativos y métodos generalizados.*
- *Métodos semi-cualitativos: los hay que introducen una valoración cuantitativa respecto a las frecuencias de ocurrencia de un determinado suceso y se denominan métodos para la determinación de frecuencias, o bien se caracterizan por recurrir a una clasificación de las áreas de una instalación en base a una serie de índices que cuantifican daños: índices de riesgo²*

Se propone que los pasos a seguir para el manejo de los riesgos sean los siguientes:

- 1) Establecer el contexto: los protagonistas del trabajo de grado, deberán conocer el escenario y los tiempos en los cuales podrían aparecer los riesgos.
- 2) Identificar los riesgos: es indispensable realizar una identificación de dichos riesgos, de manera que se pueda estudiar su impacto (en caso tal que ocurran) al desarrollo del trabajo de grado; dicha identificación se realiza

¹ *Guía sobre Riesgos [En línea] [Consultado el 16 de febrero de 2009]. Disponible en Internet: http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=riesgo*

² *Análisis de riesgos. [En línea] Página Unizar [Consultado el 16 de febrero de 2009]. Disponible en Internet: http://www.unizar.es/guiar/1/Accident/An_riesgo/An_riesgo.htm*

para no confundirlos y acceder fácilmente a su documentación en caso de revisiones futuras.

3) *Analizar los riesgos*: *la estimación de riesgos debe hacerse con una técnica que permita conocer la probabilidad que tienen éstos de ocurrir; dicha técnica puede ser escogida por el equipo del trabajo de grado. Entre estas técnicas están:*

a. **Métodos comparativos**³: *Se basan en la utilización de técnicas obtenidas de la experiencia adquirida en equipos e instalaciones similares existentes, así como en el análisis de sucesos que hayan ocurrido en establecimientos parecidos al que se analiza. Principalmente son cuatro métodos los existentes:*

- *Manuales técnicos o códigos y normas de diseño*
- *Listas de comprobación o "Safety check lists"*
- *Análisis histórico de accidentes*
- *Análisis preliminar de riesgos o PHA*

b. **Métodos generalizados**: *Los métodos generalizados de análisis de riesgos, se basan en estudios de las instalaciones y procesos mucho más estructurados, desde el punto de vista lógico-deductivo que los métodos comparativos. Normalmente siguen un procedimiento lógico de deducción de fallos, errores, desviaciones en equipos, instalaciones, procesos, operaciones, etc.; que trae como consecuencia la obtención de determinadas soluciones para este tipo de eventos. Existen varios métodos generalizados; los más importantes son:*

- *Análisis "What if ...?"*
- *Análisis funcional de operabilidad, HAZOP*

³ *Ibíd., Disponible en Internet: http://www.unizar.es/guiar/1/Accident/An_riesgo/An_riesgo.htm*

- *Análisis de árbol de fallos, FTA*
- *Análisis de árbol de sucesos, ETA*
- *Análisis de modo y efecto de los fallos, FMEA*

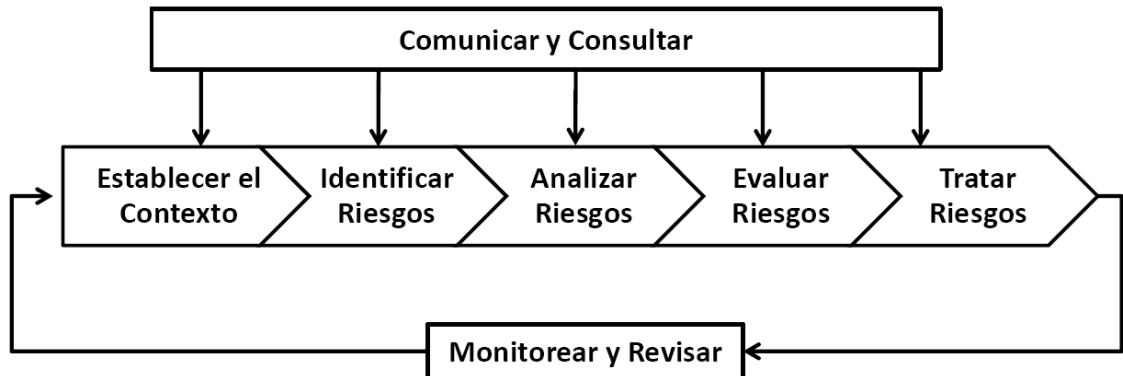
4) *Evaluar los riesgos*: *Es obligación de los autores del trabajo de grado y su director y/o codirector, la priorización de dichos riesgos, para que de esta forma se pueda realizar la evaluación de los mismos de acuerdo a su nivel de impacto en el trabajo.*

5) *Tratar los riesgos*: *aplicar acciones preventivas que permitan eliminar o, en su defecto, disminuir el impacto de los riesgos al trabajo de grado. Si los riesgos son inevitables es necesario diseñar estrategias que permitan aplicar acciones correctivas que sirvan para disminuir los efectos negativos que produzcan en las actividades del trabajo de grado.*

6) *Retroalimentación*: *debe diseñarse una estrategia que permita verificar el efecto de las acciones anteriores y evaluarlos de nuevo a medida que el trabajo de grado se desarrolla.*

Los anteriores pasos deben ser manejados de forma escrita para certificar este proceso, además de garantizar que se podrá realizar una futura revisión al progreso del trabajo y los efectos de los riesgos sobre el mismo. La siguiente figura muestra un esquema que resume la metodología anteriormente descrita:

Figura N° 16 Metodología para la Medición de Riesgos



Fuente: Oficina de Control Interno. [En línea] Identificación y Administración de Riesgos. Página 9. Universidad Francisco José de Caldas. [Consultado el 19 de marzo de 2009]. Disponible en Internet: <http://www.udistrital.edu.co/comunidad/dependencias/control/documentos/IdentificacionAdministracionRiesgos.pdf>

GESTIÓN DE DATOS

Esta sección está dedicada al manejo que debe dársele a los datos usados para el desarrollo del trabajo de grado, así como la información generada después de la culminación del mismo. La colección de datos usados como referencia debe sustentarse con una razón clara, para de ésta forma, tener un claro de conocimiento acerca del uso que se les dará durante el desarrollo del trabajo de grado. Dicha colección debe estar especificada en una lista que sirva para identificar cada componente y el uso que se ha decidido darle.

En el caso de tener datos dados por alguno de las personas y/o entidades del trabajo de grado, es necesario establecer las condiciones en las que se otorga el derecho de uso de esta información, así como las reglas de privacidad, reproducción y almacenamiento de ellos. Por otro lado, es necesario establecer una estrategia que permita clasificar los datos producidos durante el trabajo de grado en entregables y no entregables.

De igual manera, debe definirse la forma como se van a almacenar dichos datos; esta labor debe ser controlada para garantizar la privacidad y seguridad de esta información; además, en este apartado, debe establecerse cada una de las fechas en las que estos datos serán almacenados y quién se encargará de hacerlo. Por último, debe identificarse aquella información que podrá ser recuperada y distribuida en futuros trabajos de grado por parte de otros autores.

CRONOGRAMA

El cronograma de actividades permitirá definir de manera apropiada las tareas a realizar durante las etapas del trabajo de grado, así como los plazos establecidos para el cumplimiento de las mismas. La Universidad Industrial de Santander en el Artículo 3° del Acuerdo 004 de 2007 por el cual se modifica el Reglamento Académico de Pregrado, en su Título V, Capítulo IX “Del Trabajo de Grado” de la Universidad Industrial de Santander, establece que: “... El Trabajo de Grado es el cumplimiento del Plan de Trabajo presentado en el Trabajo de Grado I, lo cual se realizará durante un (1) período académico a partir de su aprobación, sin que el desarrollo de las dos (2) asignaturas exceda de dos (2) períodos académicos...”.

Lo establecido por la universidad implica que las fechas y tiempos fijados en el cronograma deben ajustarse a un intervalo equivalente a la duración de un periodo académico. El cronograma ya establecido servirá para monitorizar y controlar el trabajo de grado durante su desarrollo a lo largo de la duración de la asignatura Trabajo de Grado II; además, servirá para revisar el estado en las relaciones con los protagonistas del escenario del trabajo de grado, respecto al cumplimiento de sus responsabilidades, de acuerdo a las fechas fijadas.

Es claro que las fechas se fijan a partir de suposiciones de sucesos; estas asunciones deben ser revisadas por el director y/o codirector para determinar su viabilidad y cumplimiento de las responsabilidades adquiridas. En este punto es necesario tener en cuenta las limitaciones del personal, así como las de infraestructura, presupuesto, entre otras, para que las fechas fijadas sean realistas y no se planifique algo que no se pueda cumplir.

Debido a inconvenientes presentes durante el desarrollo del trabajo de grado, es necesario proponer actividades que permitan buscar alternativas que garanticen el cumplimiento del objetivo general del trabajo de grado, es decir, establecer la forma de modificar el cronograma sin que se deje cumplir con lo

impuesto por la universidad acerca del periodo de duración de la asignatura Trabajo de Grado II.

Tabla N° 13 Guía Cronograma de Actividades por Semanas

CRONOGRAMA ACTIVIDADES															
ACTIVIDAD	MARZO (Meses de trabajo)					ABRIL					MAYO				
(semanas de cada mes)	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>En éstas casillas se enuncian las actividades a realizar por cada semana</i>															
<i>En cada casilla de mano derecha que corresponde a cada semana se marca con una X cuando se trabaja en ella.</i>															

Fuente: Autor del trabajo de grado

BIBLIOGRAFÍA

La bibliografía contiene la lista de las fuentes de información (libros, revistas, sitios electrónicos, discos compactos, archivos electrónicos, entre otras publicaciones), consultados para la elaboración del plan del trabajo de grado. En ella se especifican los detalles de cada fuente para respetar los derechos de autor, además de poder referenciar lo creado por otras personas y que ha sido citado en el presente documento; también, tiene como fin, sustentar lo escrito con lo publicado por otros autores reconocidos en su campo de acción.

Para su elaboración debe consultarse la norma técnica colombiana NTC 1486; además, el ICONTEC recomienda: “Para la presentación de citas y notas de pie de páginas consulte la NTC 1487, y para referencias bibliográficas especializadas en las normas NTC 1160, NTC 1307, NTC 1308 NTC, NTC 4490, según sea el caso⁴.”

⁴ ICONTEC. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1486 (SEXTA ACTUALIZACIÓN JULIO 23 DE 2008) [En línea] para DOCUMENTACIÓN, PRESENTACIÓN DE TESIS, TRABAJOS DE GRADO Y OTROS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN. Pág. 29 [Consultado el 27 de Julio del 2009]. Disponible en internet: http://www.icontec.org/BancoConocimiento/C/compendio_de_tesis_y_otros_trabajos_de_grado/compendio_de_tesis_y_otros_trabajos_de_grado.asp?CodIdioma=ESP