

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
DIRECCIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTIÓN
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO
**SELECCIÓN DE UNA METODOLOGÍA PARA LA GERENCIA DE
PROYECTOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE**

Presentado por
Bastardo Ordaz, Marco Antonio

Para optar por el título de
Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor
Giménez, Oscar

Caracas, marzo de 2006

*Obviamente, a Yesi:
cada una de las cosas que hago te tienen como fuente y como destino*

*También, como siempre, a mis padres Ana y Héctor:
todos mis logros son también suyos*

Reconocimientos

Varias personas me han brindado su apoyo, ayuda, y guía para la realización de este Trabajo Especial de Grado, por lo que no quisiera dejar pasar la oportunidad de expresarles mi reconocimiento y agradecimiento. Ellos son:

La Profesora Argelia Centeno, Directora del Colegio San Ignacio de Loyola, por escuchar la propuesta que le hice hace algunos meses, y brindarme la oportunidad de llevarla a cabo; también por el material bibliográfico suministrado, y la posterior revisión que hizo de los textos relacionados con el Sistema Educativo Venezolano y el Colegio San Ignacio de Loyola. Confío en que el proyecto que surgió en estas páginas podrá ser desarrollado algún día.

La Profesora Olga Vera, Jefa del Departamento de Evaluación del Colegio San Ignacio de Loyola, por la seriedad, entusiasmo y paciencia con que asumió la fase de levantamiento de información de este proyecto, y por suministrarme copias de toda la normativa legal que rige los procesos de control de estudios.

El Profesor Oscar Giménez, no solo por la excelente ayuda que me suministró como asesor, lector y corrector del texto del presente Trabajo Especial de Grado, sino particularmente por la guía brindada en los aspectos metodológicos del mismo.

El Profesor Leonardo Ocanto, por haberme abierto la puerta hace tiempo al mundo de las metodologías de desarrollo de software, y por haber suministrado el material bibliográfico que sirvió de inicio a este proyecto.

El Profesor Jorge Velazco, por haber mantenido una sana supervisión del proyecto en relación al cumplimiento de fechas y objetivos, y por algunos inestimables consejos brindados al inicio de este proceso.

Finalmente, quisiera agradecer a mi esposa Yesibeth Centeno por haber sido la lectora de este texto durante todo su desarrollo, por haber escuchado mis inquietudes y haberme siempre recompensado con certeras observaciones, y por estimularme para su realización y luego soportar con paciencia el tiempo que dediqué a su elaboración.

Índice general

Reconocimientos	ii
Índice general	iii
Tablas y figuras	vii
Resumen	x
Introducción	xi
Capítulo 1 Planteamiento del problema.....	15
1.1 Antecedentes	15
1.2 Justificación	16
¿Por qué una metodología?	16
¿Por qué un software para el control de estudios?	18
1.3 Planteamiento del problema	19
1.4 Objetivo general.....	20
1.5 Objetivos específicos	20
1.6 Alcances	21
1.7 Limitaciones	22
Capítulo 2 Marco metodológico	24
2.1 Tipo de investigación	24
2.2 Unidad de estudio	24
2.3 Población	25
2.4 Muestra	25
2.5 Instrumentos para la recolección de datos.....	26
2.6 Técnicas para el análisis de los datos.....	27

2.7 Operacionalización de las variables.....	28
2.8 Consideraciones éticas.....	31
Capítulo 3 Marco teórico.....	32
3.1 Gerencia de proyectos y proyectos de desarrollo de software.....	32
Generalidades sobre gerencia de proyectos.....	32
El problema del desarrollo de software.....	38
Metodologías de Gerencia de Proyectos.....	42
Metodologías de Desarrollo de Software.....	56
La formulación del proyecto.....	67
3.2 El sistema educativo venezolano.....	74
Normativa legal que rige a la educación en Venezuela.....	74
Los procesos asociados al control de estudios.....	75
Capítulo 4 Actores y agentes.....	79
4.1 Cliente: Colegio San Ignacio.....	79
4.2 Agentes reguladores.....	81
4.3 Agentes de entorno.....	83
Capítulo 5 Marco conceptual.....	84
5.1 Glosario.....	84
5.2 Acrónimos de uso frecuente.....	86
Capítulo 6 Desarrollo del proyecto.....	88
6.1 Estudio de las metodologías de gerencia aplicables a los proyectos de desarrollo de software.....	88
6.2 Selección de la metodología de gerencia a utilizar.....	89
6.3 Identificación de los requerimientos de los clientes.....	96

6.4 Determinación de los alcances del proyecto.....	100
6.5 Desarrollo de los procesos de iniciación del proyecto	102
Acta de Constitución del Proyecto.....	102
Enunciado del Alcance del Proyecto Preliminar	104
Capítulo 7 Análisis y exposición de los resultados	106
7.1 Selección de la metodología de gerencia a utilizar	106
7.2 Identificación de los requerimientos de los clientes	109
7.3 Determinación de los alcances del proyecto.....	112
7.4 Desarrollo de los procesos de iniciación del proyecto	114
Capítulo 8 Evaluación del trabajo	115
8.1 Objetivo Específico 1	115
8.2 Objetivo Específico 2	116
8.3 Objetivo Específico 3	117
8.4 Objetivo Específico 4	118
8.5 Objetivo Específico 5	119
Capítulo 9 Conclusiones y próximos pasos.....	120
9.1 Conclusiones	120
9.2 Próximos pasos	122
Referencias bibliográficas.....	123
Anexos	126
Anexo A Leyenda de Indicadores	127
Anexo B Modelo de integración de metodologías FDD y PMBOK.....	131
Anexo C Tabla de Requerimientos y Tabla de Valoración de Requerimientos.....	132

Anexo D DOFA del Proyecto y Tabla de Restricciones	135
Anexo E Tabla de Alcances	136
Anexo F Acta de Constitución del Proyecto	139
Acta de Constitución del Proyecto.....	139
Anexo G Enunciado del Alcance del Proyecto Preliminar	141
Enunciado del Alcance del Proyecto Preliminar	141

Tablas y figuras

Tabla 1-1 Proyectos predecibles vs. Proyectos (Larman, 2004)	15
Figura 1-1 Comportamiento de Proyectos vs. Uso de Metodologías de Gerencia de Proyectos (Charvat, 2003).....	17
Tabla 2-1 Límites de población.....	25
Tabla 2-2 Tabla de operacionalización de variables.....	31
Tabla 3-1 Correspondencia de los Procesos de Dirección de Proyectos a los Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos y a las Áreas de Conocimiento (PMI, 2004a).....	35
Tabla 3-2 Práctica Específica SP 1.3-1: Definir Ciclo de Vida del Proyecto (SEI, 2002)....	37
Figura 3-1 Espectro de Planeación (Boehm, 2002).....	41
Figura 3-2 Fases generales de una metodología de proyectos. Ciclo de vida en cascada (Charvat, 2003).....	43
Figura 3-3 Ciclo de vida iterativo e incremental (Kruchten, 2000)	44
Figura 3-4 Metodología PMI (PMI, 2004a).....	46
Figura 3-5 Resumen de alto nivel de las interacciones de los Grupos de Procesos (PMI, 2004a)	48
Figura 3-6 Interacciones de las Áreas básicas de Procesos de Gerencia de Proyectos (SEI, 2002)	50
Figura 3-7 Metodología SDLC. Ciclo de vida (Charvat, 2003).....	52
Figura 3-8 Comparación de <i>workflows</i> - RUP (Charvat, 2003).....	54
Figura 3-9 <i>Workflow</i> de Gerencia de Proyectos - RUP (Charvat, 2003).....	55
Figura 3-10 Desarrollo espiral (Boehm, 1988).....	60
Tabla 3-3 Manifiesto para el Desarrollo Ágil de Software (Beck et al., 2001)	61
Figura 3-11 Procesos del FDD (Abrahamsson et al., 2002)	62

Figura 3-12 Diseño y Construcción por características, FDD (Abrahamsson et al., 2002)	.63
Figura 3-13 Ciclo de vida XP (Abrahamsson et al., 2002)	66
Figura 3-14 Modelo CIPOC (Charvat, 2003)	68
Figura 3-15 Límites del proyecto (PMI, 2004a)	70
Figura 3-16 Grupo de Procesos de Iniciación (PMI, 2004a)	72
Figura 3-17 Documentos de inicio del proyecto y la relación con sus componentes (PMI, 2004a)	73
Figura 4-1 Organigrama Colegio San Ignacio	80
Tabla 6-1 Metodologías de gerencia aplicables a los proyectos de desarrollo de software	88
Tabla 6-2 Requerimientos para selección de Metodologías (Charvat, 2003)	90
Tabla 6-3 Características de las metodologías vs. Áreas de conocimiento	90
Tabla 6-4 Características de las metodologías de gerencia	94
Tabla 6-5 Características de las metodologías de gerencia (continuación)	95
Tabla 6-6 Características del Proyecto San Ignacio	96
Tabla 6-7 Tabla de Requerimientos	98
Figura 6-1 Obtención de la Valoración General de Requerimientos	99
Figura 6-2 Obtención de la Valoración Modificada por el Grado de Definición	100
Tabla 6-8 Tabla de Restricciones	101
Tabla 6-9 Tabla de Alcances	101
Figura 6-3 Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto (PMI, 2004a)	103
Figura 6-4 Desarrollar el Enunciado del Alcance del Proyecto Preliminar (PMI, 2004a)	105
Tabla 7-1 Características del Proyecto San Ignacio. Plantilla de comparación	106
Tabla 7-2 Características de las metodologías de Gerencia de Proyectos	106
Tabla 7-3 Características de las metodologías de Desarrollo de Software	107

Figura 7-1 Modelo de integración de metodologías FDD y PMBOK.....	109
Tabla 7-4 Tabla de Priorización de Requerimientos.....	111
Tabla Anexo A-1 Indicadores de la Variable <i>Características de las metodologías y del Proyecto</i>	128
Tabla Anexo A-2 Indicadores de la Variable <i>Requerimientos de los Clientes</i>	129
Tabla Anexo A-3 Indicadores de la Variable <i>Requerimientos de los Clientes</i> (continuación).....	130
Tabla Anexo A-4 Indicadores de la Variable <i>Alcances del proyecto</i>	130
Figura Anexo B-1 Modelo de integración de metodologías FDD y PMBOK.....	131
Tabla Anexo C-1 Tabla de Requerimientos.....	133
Tabla Anexo C-2 Tabla de Valoración de Requerimientos.....	134
Tabla Anexo D-1 DOFA del Proyecto.....	135
Tabla Anexo D-2 Tabla de Restricciones.....	135
Tabla Anexo E-1 Tabla de Alcances.....	138

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
DIRECCIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

**SELECCIÓN DE UNA METODOLOGÍA PARA LA GERENCIA DE PROYECTOS DE
DESARROLLO DE SOFTWARE**

Autor: Bastardo Ordaz, Marco Antonio
Asesor: Giménez, Oscar
Año: 2016

Resumen

Existen muchas evidencias que refuerzan la afirmación de que los proyectos de desarrollo de software requieren una profundización y un tratamiento adecuado a sus características particulares. En el mundo de la ingeniería de software actual, se requiere el uso de metodologías y procesos dinámicos, para desarrollar productos y servicios de forma rápida y confiable. Sin embargo, no existe una única metodología que sea adecuada para cualquier proyecto. Es por esto que resulta muy importante conocer las diversas metodologías que puedan ser aplicables a los proyectos, así como manejar las herramientas que permitirán su selección, adaptación o incluso su formulación. En este caso, el problema de la selección de una metodología para la gerencia de proyectos de software se enfoca mediante el análisis de un caso de estudio, que permita validar la aplicabilidad de los conocimientos adquiridos o desarrollados durante el progreso de la investigación. Para esto, se ha aprovechado la necesidad que presentan algunas unidades educativas de brindar apoyo informático a sus procesos de control de estudios, para formular un proyecto que permitirá profundizar en el problema (de índole más general) de gerenciar el desarrollo de software de manera efectiva. Se plantea entonces la necesidad de *seleccionar la metodología adecuada, mediante la aplicación de la Gerencia de Proyectos y de acuerdo a las mejores prácticas de la Ingeniería de Software, para gerenciar el proyecto de desarrollo de un software para el apoyo informático de los procesos de control de estudios en unidades educativas*. Para lograr una respuesta adecuada, se procederá secuencialmente a: 1) estudiar las metodologías de gerencia aplicables a los proyectos de desarrollo de software; 2) seleccionar las metodologías de gerencia de proyectos de desarrollo de software a utilizar; 3) identificar los requerimientos de los clientes potenciales; 4) determinar los alcances del proyecto; y 5) llevar a cabo los procesos de iniciación del proyecto. La consecución de estos objetivos parciales involucrará la investigación y el desarrollo de técnicas de evaluación y selección de metodologías de gerencia de proyectos (y de desarrollo de software); y de técnicas de recopilación y valoración de requerimientos, restricciones y alcances; con lo que se ha pretendido hacer un aporte significativo al problema de la selección de una metodología de gerencia de proyectos durante el proceso de formulación del proyecto, teniendo como marco la ingeniería de software pero con la intención de que lo obtenido sea generalizable a la gerencia de proyectos como disciplina.

Palabras clave: Gerencia de Proyectos, Desarrollo de Software, Ingeniería de Software, Metodología de Gerencia de Proyectos, Metodología de Desarrollo de Software, Selección de Metodologías, Procesos de Iniciación, PMBOK, FDD

Introducción

Existen muchas evidencias que refuerzan la afirmación de que los proyectos de desarrollo de software requieren una profundización y un tratamiento adecuado a sus características particulares. Los tipos de sistemas de software que la tecnología ha hecho posible y que la sociedad demanda están creciendo en tamaño, complejidad, distribución e importancia, lo que constituye un reto importante al presionar los límites de lo que la industria del software sabe “cómo” desarrollar.

A pesar de ello, muchas compañías en la actualidad no usan metodologías formales en sus proyectos, conformándose con realizar su trabajo en base al sentido común y a la experiencia del equipo. Al constituir guías y principios de trabajo, las metodologías permiten al equipo de proyectos sacar provecho de las experiencias previas, al tiempo que con frecuencia garantizan la repetibilidad del trabajo realizado. Es por eso que en el mundo de la ingeniería de software actual, se requiere el uso de metodologías y procesos dinámicos, para desarrollar productos y servicios de forma rápida y confiable.

Un hecho claro es, sin embargo, que no existe una única metodología que sea adecuada para cualquier proyecto. Es por esto que resulta muy importante conocer las diversas metodologías que puedan ser aplicables a los proyectos, así como manejar las herramientas que permitirán su selección, adaptación o incluso su formulación.

En el presente Trabajo Especial de Grado, el problema de la selección de una metodología para la gerencia de proyectos de software se encara mediante el análisis de un caso de estudio, que permita validar la aplicabilidad de los conocimientos adquiridos o desarrollados durante el progreso de la investigación. Para esto, se ha aprovechado la necesidad que presentan algunas unidades educativas de brindar apoyo informático a sus procesos de control de estudios.

El trabajo está estructurado en nueve Capítulos, el orden de los cuales está determinado por una secuencia lógica de trabajo y de exposición de teorías, hechos y resultados:

En el **Capítulo 1 Planteamiento del problema**, se pretende describir el problema que origina el desarrollo del Trabajo Especial de Grado, incluyendo una exposición de los antecedentes del problema en sí, y las razones por las cuales se justifica su desarrollo e intento de solución. Con base en estos antecedentes y justificación, se procede a exponer el planteamiento formal del problema y de las preguntas de investigación que origina. Es en este capítulo en el que se explica que el problema puede ser atacado mediante el análisis de un caso de estudio, y se describen las características del caso que se ha seleccionado para tal fin, denominado **Proyecto San Ignacio**.

Acto seguido, se propone la sistematización del problema de investigación mediante la determinación de un Objetivo General, con cuya obtención se podrá dar solución al mismo, y de un conjunto de cinco objetivos *específicos* que delimitan las fases que deben seguirse para el logro del Objetivo General. Finalmente, en este capítulo se establecen los alcances a los que se pretende llegar con el Trabajo Especial de Grado, y las limitaciones que se prevé podrían afectar su desarrollo, así como las estrategias que podrían mitigar la incidencia de dichas limitaciones.

Habiendo señalado claramente el problema de investigación, con el **Capítulo 2 Marco metodológico**, se expone la estrategia metodológica que se seguirá durante el desarrollo del trabajo para lograr los objetivos planteados (tanto el Objetivo General como los Objetivos Específicos). Esta estrategia incluye en la determinación del tipo de investigación a realizar; la delimitación de la unidad de estudio, población, y muestra; los instrumentos para la recolección de datos; la selección y exposición de las técnicas adecuadas para el análisis de los datos; y la operacionalización de las variables requeridas por el estudio. Adicionalmente, se puntualiza el marco ético que debe seguirse durante el desarrollo del Trabajo Especial de Grado.

El **Capítulo 3 Marco teórico**, el **Capítulo 4 Actores y agentes**, y el **Capítulo 5 Marco conceptual**, constituyen en conjunto la base de conocimiento sobre la que se fundamenta todo el trabajo realizado en los capítulos posteriores.

En el **Marco teórico** se hace una presentación de algunas generalidades sobre gerencia de proyectos, como introducción al tema del problema de gerenciar proyectos de

desarrollo de software (manifestado en la “Crisis del Software”, descrita en el capítulo). Luego se exponen las diversas estrategias metodológicas que han propuesto algunos autores con miras a atacar este problema (*Metodologías de Gerencia de Proyectos y Metodologías de Desarrollo de Software*), y se explica cómo estas alternativas metodológicas pueden ser integradas al proceso de planificación y formulación del proyecto. En el mismo capítulo se hace una descripción del sistema educativo venezolano, con la intención de establecer el marco que delimita el caso de estudio.

En el **Capítulo 4** se realiza una descripción del cliente del proyecto, y de los agentes reguladores y de entorno que afectan su desarrollo. En el **Capítulo 5**, por su parte, se establece un pequeño glosario en el que se exponen algunos términos relevantes usados en el Trabajo Especial de Grado, al tiempo que se listan algunos acrónimos empleados en el mismo.

El **Capítulo 6 Desarrollo del proyecto**, y el **Capítulo 7 Análisis y exposición de los resultados**, constituyen el eje central del Trabajo Especial de Grado. En ellos se desarrollan los objetivos desarrollados en el Planteamiento del problema hasta su consecución final, haciendo uso de la estrategia establecida en el Marco metodológico, y de los fundamentos teóricos establecidos en el Marco teórico.

Ambos capítulos están estructurados siguiendo las fases establecidas por los Objetivos Específicos: *Estudio de las metodologías de gerencia aplicables a los proyectos de desarrollo de software, Selección de la metodología de gerencia a utilizar, Identificación de los requerimientos de los clientes, Determinación de los alcances del proyecto, y el Desarrollo de los procesos de iniciación del proyecto.*

Con los capítulos finales, **Capítulo 8 Evaluación del trabajo** y **Capítulo 9 Conclusiones y próximos pasos**, se pretende cerrar el ciclo del Trabajo Especial de Grado. En primer lugar, se evalúa el trabajo realizado con base en el cumplimiento de los objetivos planteados, al tiempo que se realiza una reflexión sobre el *valor* obtenido durante el proceso de realización del mismo. En segundo lugar, con las Conclusiones y próximos pasos, se realiza un recuento de lo logrado durante el trabajo; y se realiza un bosquejo de los próximos pasos que deberían seguirse, para implementar el Proyecto San Ignacio, por

un lado, y para aprovechar y ampliar la base de conocimientos obtenida en relación al problema de la Selección de Metodologías de Gerencia de Proyectos, por el otro.

El Trabajo Especial de Grado finaliza con la presentación de las correspondientes **Referencias bibliográficas**, a las que puede acudirse para sustentar y profundizar los temas expuestos durante su desarrollo, y de los **Anexos** del trabajo.

Capítulo 1 Planteamiento del problema

1.1 Antecedentes

Como parte indispensable de nuestro mundo moderno, el software está presente de manera indisoluble en áreas que van desde el entorno hogareño hasta el gubernamental, pasando por los motores que mueven la economía mundial, el creciente mundo de las telecomunicaciones, las áreas de la salud, la educación, la ingeniería y manufactura, y una lista interminable de entornos en los que gracias a su presencia se ha hecho posible crear, acceder, manipular y visualizar información en vías y formas previamente inconcebibles (Kruchten, 2000).

Los tipos de sistemas de software que la tecnología ha hecho posible y que la sociedad demanda están creciendo en tamaño, complejidad, distribución e importancia, lo que constituye un reto importante al presionar los límites de lo que la industria del software sabe “cómo” desarrollar.

Este reto está expresado en el hecho de que la mayoría de los problemas de desarrollo de software deben catalogarse como “desarrollos de nuevos productos”, en contraposición al desarrollo “predecible” (Larman, 2004).

Desarrollo predecible	Desarrollo de nuevos productos
Es posible completar primero las especificaciones, y luego construir.	Raramente es posible crear de entrada especificaciones detalladas y no cambiantes.
Cerca del inicio, es posible realizar estimados confiables de costos y esfuerzos.	Cerca del inicio, esto no es posible. A medida que la data empírica emerge, se incrementa la posibilidad de realizar planes y estimaciones.
Es posible identificar, definir, programar, y ordenar todas las actividades detalladas.	Cerca del inicio, esto no es posible. Pasos adaptativos dirigidos por ciclos de ejecución-realimentación son requeridos.
La adaptación a los cambios impredecibles no es la norma, y la incidencia de cambios es relativamente baja.	La adaptación creativa a los cambios impredecibles es la norma. La incidencia de cambios es alta.

Tabla 1-1 Proyectos predecibles vs. Proyectos (Larman, 2004)

Las características de ambos tipos de proyectos pueden verse en la Tabla 1-1, y en ella se aprecia que la mayoría de los paradigmas de la gerencia de proyectos, asociados a los proyectos predecibles (como por ejemplo proyectos de instalación de maquinarias, obras

civiles, etcétera), no resultan de mucha ayuda en este caso, caracterizado por entornos altamente innovadores, y cambiantes.

Ejemplos de tales paradigmas son los ciclos de vida tipo “cascada”, la exhaustiva (y acertada) determinación de las especificaciones y estimados y los planes altamente detallados (Larman, 2004).

Existen muchas evidencias que refuerzan la afirmación de que los proyectos de desarrollo de software requieren una profundización y un tratamiento apropiado y adecuado a sus características particulares.

La tendencia dominante en la actualidad para el desarrollo de proyectos de software es reconocer que los mismos requieren ser tratados como un proceso, con un conjunto de prácticas generalmente aceptadas como favorables para aumentar la calidad y repetibilidad de los productos, tales como el desarrollo iterativo e incremental, el manejo consistente de los requerimientos y el modelado visual, entre otras (Kruchten, 2000). Se ha acuñado incluso el término *Ingeniería de Software* para poner de manifiesto que se desea lograr la formalidad y precisión propias de las disciplinas tradicionales de ingeniería al desarrollar aplicaciones informáticas.

Lo dicho anteriormente debe ser tomado en cuenta si se espera tener alguna probabilidad de éxito (en términos de satisfacción del cliente, y cumplimiento de alcances y objetivos) al momento de emprender un proyecto como el desarrollo de un software para satisfacer una necesidad específica.

1.2 Justificación

¿Por qué una metodología?

Una metodología es, según indica Charvat (2003), “un conjunto de guías y principios que pueden ser dirigidos y aplicados a una situación específica. En un entorno de proyectos, estas líneas guía pueden ser una lista de cosas que hacer. Una metodología también pueden ser especificaciones, plantillas, formularios, o incluso listas de chequeo usadas durante el ciclo de vida del proyecto”.

Al constituir guías y principios de trabajo, las metodologías permiten al equipo de proyectos sacar provecho de las experiencias previas (así como de las mejores prácticas de la industria), al tiempo que con frecuencia garantizan la repetibilidad del trabajo realizado.

Muchas compañías en la actualidad no usan metodologías formales en sus proyectos, conformándose con realizar su trabajo en base al sentido común y a la experiencia del equipo (con base en la frase *lo haremos como siempre lo hemos hecho*). Esta forma de hacer las cosas es como mínimo peligrosa en un ambiente en el que el entorno tecnológico y de negocios cambia rápidamente.

El mundo de los negocios actual requiere el uso de metodologías y procesos dinámicos, al tiempo que seguros, al obligar a las compañías a producir productos y servicios de forma más rápida y confiable que nunca antes.

Dicho de otra forma: si una empresa basada en proyectos no es eficiente, o no puede garantizar un producto de calidad desarrollado dentro del tiempo y especificaciones requeridos, probablemente necesite una nueva metodología de gerencia de proyectos

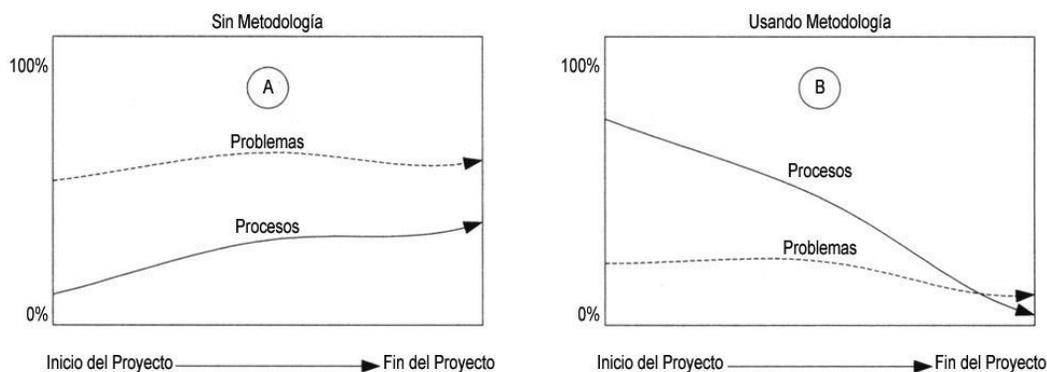


Figura 1-1 Comportamiento de Proyectos vs. Uso de Metodologías de Gerencia de Proyectos (Charvat, 2003)

En la Figura 1-1 puede verse como la incidencia de problemas que ocurren durante un proyecto es en promedio mayor, al tiempo que tiende a aumentar, en un proyecto desarrollado sin hacer uso de una metodología sólida de proyectos (proyecto A) comparado con un proyecto que posee una metodología adecuada (proyecto B); al mismo

tiempo, puede apreciarse que para afrontar esta situación el proyecto A requiere la introducción constante de nuevos procesos, al tiempo que en el proyecto B la introducción de nuevos procesos obedece solo a la necesidad de adaptar la metodología al principio del proyecto, disminuyendo drásticamente el número de procesos nuevos al final (Charvat, 2003).

Otro hecho importante es que la manera en que se gerencia un proyecto es afectada por la metodología que se seleccione, ya que cualquier metodología influye en aspectos tales como las fases del proyecto, la forma de medir el avance, la naturaleza de las acciones correctivas, y la asignación de recursos.

Sin embargo, no existe una única metodología que sea adecuada para cualquier proyecto, en cualquier industria. Para afrontar este hecho, el gerente de proyectos puede asumir la estrategia de modificar una metodología determinada a priori (por ejemplo, por las políticas de la empresa), mediante un proceso de escoger y adaptar los procesos que sean adecuados al proyecto; también puede seleccionar la metodología que se adapte a sus necesidades (estrategia adecuada cuando la empresa o la naturaleza del proyecto son nuevas); puede combinar metodologías existentes; o finalmente, puede desarrollar la metodología que se adapte a su situación concreta, con la finalidad de lograr un producto a la medida que pueda usar en proyectos futuros.

Es por esto que para el gerente de proyectos resulta muy importante conocer las diversas metodologías que puedan ser aplicables a los proyectos, así como manejar las herramientas que permitirán su selección, adaptación o incluso su formulación.

¿Por qué un software para el control de estudios?

Desde el punto de vista de la gerencia de proyectos como disciplina, resulta entonces de gran interés el desarrollo de un proyecto en el que se pueda sintetizar la base de conocimientos recopilada por los profesionales de la gerencia de proyectos con las prácticas y metodologías reconocidas como buenas por parte de los profesionales de la ingeniería de software.

El problema de la selección de una metodología para la gerencia de proyectos de software puede ser enfocado, de manera valiosa, mediante el análisis de un caso de estudio que permita validar la aplicabilidad de los conocimientos adquiridos o desarrollados durante su progreso.

Adicionalmente, al plantear el problema de investigación de un Trabajo Especial de Grado debe tomarse en cuenta la naturaleza del trabajo de especialización, en el que se espera demostrar el manejo instrumental de los conocimientos, técnicas y herramientas adquiridos o desarrollados durante el desarrollo del programa de Especialización en Gerencia de Proyectos.

En este contexto, y motivada en parte por la tendencia en la que el apoyo a los procesos de negocios mediante el empleo de software especializado se considera una opción viable y *necesaria* para un desempeño óptimo y competitivo; y en parte por la presión ejercida por un aparato ministerial en vías de modernización, surge la posibilidad de aprovechar la necesidad de algunas unidades educativas de brindar apoyo informático a las tareas relacionadas con sus procesos de control de estudios.

Dichas tareas incluyen desde la inscripción de los alumnos en los correspondientes cursos, pasando por el registro de las notas y el mantenimiento histórico de las mismas, hasta la creación de procesos y herramientas novedosas tales como la existencia de una *boleta virtual* accesible a los padres vía Internet.

1.3 Planteamiento del problema

Por lo explicado en la justificación del Trabajo Especial de Grado, se ha decidido enfocar la investigación hacia *la atención de una necesidad específica*, expresada en la necesidad de apoyar los procesos de control de estudios de las unidades educativas, confiando en que esto brindará la oportunidad de profundizar en el problema (de índole más general) de gerenciar el desarrollo de software de manera efectiva.

Se plantea entonces el problema de **seleccionar la metodología adecuada, mediante la aplicación de la Gerencia de Proyectos y de acuerdo a las mejores prácticas de la Ingeniería de Software, para gerenciar el proyecto de desarrollo de un software para**

el apoyo informático de los procesos de control de estudios en unidades educativas.

Este problema genera dos preguntas de investigación claramente diferenciadas:

1. ¿Cuál es la metodología de gerencia de proyectos más adecuada para el desarrollo del software propuesto?
2. ¿Cuál es la información (requerimientos, alcances, limitaciones) que debe ser recopilada para poder formular el proyecto de desarrollo de software propuesto?

La respuesta a estas preguntas será obtenida mediante la consecución de los Objetivos específicos del Trabajo Especial de Grado.

1.4 Objetivo general

Llevar a cabo los procesos de iniciación del proyecto de desarrollo de un software para el apoyo informático de los procesos de control de estudios en unidades educativas, tomando en cuenta la selección y aplicación de la metodología más adecuada para su desarrollo, y con apego a las mejores prácticas de la Gerencia de Proyectos y de la Ingeniería de Software.

1.5 Objetivos específicos

1. Estudiar las metodologías de gerencia aplicables a los proyectos de desarrollo de software según el Project Management Institute (PMI), el Software Engineering Institute (SEI) y algunas otras fuentes reconocidas que pudieran ser aplicables.
2. Seleccionar las metodologías de gerencia de proyectos de desarrollo de software a utilizar.
3. Identificar los requerimientos de los clientes potenciales.
4. Determinar los alcances del proyecto.
5. Llevar a cabo los procesos de iniciación del proyecto.

Los objetivos 1 y 2 permitirán responder a la pregunta de investigación número 1; los objetivos 3 y 4 pretenden dar respuesta a la pregunta de investigación número 2;

finalmente el objetivo específico número 5 sintetiza la información obtenida con los objetivos anteriores, y completa la consecución del objetivo general del Trabajo Especial de Grado.

1.6 Alcances

El PMI (2004a), describe tres documentos principales que constituyen a la vez los procesos iniciales descritos para el desarrollo de un proyecto:

- Acta de Constitución del Proyecto.
- Enunciado del Alcance del Proyecto.
- Plan de Gestión del Proyecto.

Cada uno de estos documentos, y en particular el Plan de Gestión del Proyecto y sus planes subsidiarios y componentes, se consideran disponibles en cada proceso posterior llevado a cabo durante el ciclo de vida del proyecto; sin embargo, la elaboración del mencionado Plan de Gestión requiere profundizar en todas las Áreas de Conocimiento de la Gerencia de Proyectos, al tiempo que generalmente es desarrollado en conjunto por el equipo de proyectos, y no únicamente por el gerente del proyecto. Por su extensión, la elaboración del Plan de Gestión del Proyecto excede lo previsto para el presente Trabajo Especial de Grado.

Por esta razón, y a fin de acotar claramente los alcances del trabajo, se establece que los procesos iniciales del proyecto de elaboración del software a desarrollar coinciden con los procesos establecidos en el Grupo de Procesos de Iniciación, de los Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos establecidos por el PMI (2004a). Este criterio, en apariencia arbitrario, será justificado plenamente durante el desarrollo del Marco teórico del Trabajo Especial de Grado.

Como base para la documentación metodológica se propone acudir a fuentes reconocidas en el área de Gerencia de Proyectos y de Ingeniería de Software, incluyendo los lineamientos establecidos por el PMI en su Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK), Tercera Edición (2004), y los establecidos por el SEI en el

Capability Maturity Model Integration for Software Engineering, Versión 1.1 (CMMI-SW, V1.1) (2002), sin que esto sea una restricción para el uso de otras guías o manuales, de considerarse adecuados a los objetivos del trabajo propuesto.

Los alcances relacionados con el software que se desarrollará a partir de la finalización del presente Trabajo Especial de Grado, serán establecidos durante el desarrollo del mismo y fijados explícitamente en el Enunciado del Alcance del Proyecto, sin embargo se establece que deberá tomarse en cuenta una investigación documental de la normativa vigente concerniente a los procesos de evaluación y planes de estudios determinados por el Ministerio de Educación y Deportes de la República Bolivariana de Venezuela.

Como ámbito geográfico del trabajo se establece la ciudad de Caracas.

1.7 Limitaciones

Se han identificado tres factores limitantes que podrían afectar negativamente el desarrollo del Trabajo Especial de Grado:

- **Adquisición de documentación necesaria.**

Dado que algunas de las instituciones seleccionadas como fuentes de información son extranjeras, existe la posibilidad de que la adquisición de documentación original se vea afectada negativamente por factores tales como disponibilidad, problemas en el envío o control de cambio (disponibilidad de moneda extranjera para la adquisición de material bibliográfico).

Para atacar este riesgo se prevé el uso intensivo de Internet como medio para la investigación documental, y a la vez como canal para la adquisición de material bibliográfico mediante el uso de portales de comercio electrónico, así como compañías de transporte de correspondencia.

- **Obtención de documentación de antecedentes.**

En virtud de que los proyectos de desarrollo de software que podrían ser considerados como antecedentes del trabajo propuesto en general han sido realizados por instituciones privadas, resulta probable que las mismas manejen políticas de confidencialidad en torno a sus procesos de desarrollo de software, o

que en todo caso la información pertinente no esté disponible.

Para mitigar este riesgo, se plantea la utilización del análisis secundario de información recabada por investigadores en proyectos con características similares, aunque los mismos no sean considerados antecedentes directos del proyecto.

- **Apoyo brindado por los clientes potenciales.**

Para lograr algunos de los objetivos planteados, será necesario obtener información directamente suministrada por el personal de algunas unidades educativas, por lo que el nivel de apoyo que dicho personal brinde al Trabajo Especial de Grado constituye una limitante importante que debe ser tomada en cuenta.

Con el fin de atenuar el riesgo de que la falta de apoyo por parte del personal de las instituciones seleccionadas influya negativamente en el desarrollo del Trabajo Especial de Grado, se incluirá el uso de técnicas de levantamiento de información que incluyan el uso del análisis de fuentes documentales (tales como normativas legales y manuales de procesos), así como la inclusión de personal de distintos niveles y calificaciones dentro de la estructura de las instituciones, con el fin de poder acceder a los requerimientos desde diversos puntos de vista y de manera redundante.

Capítulo 2 Marco metodológico

2.1 Tipo de investigación

El objetivo general del presente Trabajo Especial de Grado, consistente en la formulación de un proyecto destinado a atender una necesidad específica (el apoyo informático a los procesos de control de estudios en unidades educativas), posee las características que lo enmarcan dentro del tipo de *investigación proyectiva* (Hurtado de B., 1998).

Esta aseveración está sustentada por Hurtado de B. (1998), quien afirma que “este tipo de investigación, también llamada proyecto factible (UPEL, 1990) consiste en la elaboración de una propuesta o de un modelo, los cuales constituyen una solución a un problema o necesidad de tipo práctico.” (p. 311).

Según la tipología de Yaber y Valarino (2003), el trabajo planteado se enmarca dentro de la definición de *investigación y desarrollo*, que “tiene como propósito indagar sobre necesidades del ambiente interno o externo de una organización, para luego desarrollar un producto o servicio que pueda aplicarse en la organización o dirección de una empresa o en un mercado” (p. 8).

Desde el punto de vista de diseño, dada la naturaleza del proyecto se plantea una investigación de tipo *no experimental*, ya que como señala Kerlinger (1979, c.p. Hernández y cols., 1997) la investigación no experimental “es cualquier investigación en la que resulta imposible manipular variables o asignar aleatoriamente a los sujetos o a las condiciones”. Dentro de los tipos de diseño de investigación no experimentales, el presente caso estará descrito como *descriptivo transeccional y de campo*.

2.2 Unidad de estudio

La unidad de estudio, también llamada unidad de análisis, se define, según Hernández y cols. (1997), como aquella que se examina, y “depende de precisar claramente el problema a investigar y los objetivos de la investigación.” (p. 209).

Tomando en cuenta lo expuesto en el párrafo anterior, en el Trabajo Especial de Grado se considera una unidad de estudio claramente diferenciada:

- Las unidades educativas ubicadas en la ciudad de Caracas.

2.3 Población

El término *población* está definido como el grupo de posibles participantes hacia los cuales se desea generalizar los resultados de un estudio (Salkind, 1999), así como “el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (Hernández y cols., 1997). Ambas definiciones complementarias conllevan implícita la determinación previa de alguna unidad de estudio que establecerá a los integrantes o “individuos” que integrarán a la población, en conjunto con un grupo de características comunes que permitirán delimitarla.

En el presente caso, cada la población determinada por la unidad de estudio se delimita según lo muestra la Tabla 2-1

Unidad de estudio	Población
Las unidades educativas ubicadas en la ciudad de Caracas.	- Instituciones privadas. - Población estudiantil entre 1000 y 2500 alumnos. - Interesados el apoyo informático de sus procesos de control de estudios.

Tabla 2-1 Límites de población

2.4 Muestra

Una *muestra* es un subconjunto de la población, seleccionado según un determinado criterio con la esperanza de que para los fines del estudio sea un reflejo fiel de aquella. Esto quiere decir que se pretende que los resultados obtenidos del estudio de la muestra sean generalizables a la totalidad de la población (Salkind, 1999).

Dada la naturaleza de las variables a analizar durante el estudio (ver Tabla 2-2), así como la naturaleza no experimental de la investigación, en este caso se plantea el uso de estrategias de muestreo no probabilísticas.

De esta forma, se empleará una técnica de muestreo *intencional*, mediante la selección de un sujeto-tipo, que según Hernández y cols. (1997) “se utiliza en estudios exploratorios y

en investigaciones de tipo cualitativo, donde el objetivo es la riqueza, profundidad y calidad de la información, y no la cantidad y estandarización.” (p. 232). Esta estrategia de muestreo es consistente con la técnica de *caso de estudio* que se empleará, y que involucra la examinación longitudinal y en profundidad de un solo evento, o caso (Yin, 1994).

Se ha decidido utilizar un caso de estudio debido a que la naturaleza rígida de las restricciones, y de los requerimientos obtenidos a partir de la normativa legal que rige a la población hace que su determinación no se vea afectada por factores estadísticos. Los requerimientos adicionales que surgirán del estudio del caso contribuirán solamente a dar profundidad formal al estudio.

El criterio fundamental que determinará la selección del caso de estudio es el de preferir un colegio en el que se haya manifestado *un interés en dar apoyo informático a sus procesos de control de estudios*. De esta forma, se realizará el estudio en el Colegio San Ignacio de Loyola (con el que se estableció un contacto preliminar al iniciar la fase de anteproyecto).

2.5 Instrumentos para la recolección de datos

Para la recolección de los datos se utilizarán las técnicas de *análisis documental, entrevista semiestructurada y no estructurada*.

Inicialmente, se relazará el análisis documental de la normativa legal que rige los procesos a ser levantados, así como de las normas y procedimientos internos del caso de estudio.

Tomando en cuenta lo obtenido por esta vía, se considera que para el caso de estudio propuesto un instrumento complementario para la recolección de la información será la entrevista, manejada según un esquema de dos niveles: entrevista no estructurada al cuerpo directivo, con el fin de realizar un levantamiento general de los requerimientos y alcances; y entrevista semiestructurada dirigida al personal administrativo encargado del control de estudios, con la finalidad de afinar los alcances y requerimientos preliminares.

Se plantea la realización de una sola entrevista de cada tipo, respectivamente a cada uno de los voceros calificados determinados por el cuerpo directivo de la institución; sin

embargo queda abierta la posibilidad de modificar esta estrategia en caso de que la metodología de gerencia de proyectos seleccionada establezca el uso de otros lineamientos de levantamiento de requerimientos.

El tercer instrumento empleado será un análisis de *Debilidades, Oportunidades, Fortalezas, Amenazas* (DOFA) llevado a cabo con la colaboración del personal del colegio.

Adicionalmente, el análisis documental se utilizará para estudiar los datos relacionados con los antecedentes de desarrollo de software identificados, con la finalidad de determinar mediante el análisis cualitativo las ventajas, desventajas y viabilidad de implementar las metodologías empleadas.

El uso de la mencionada técnica obedece en este caso a que en general la información relevante será accesible solo por vía documental, mediante el acceso a datos extraídos de proyectos específicos, o bien mediante la utilización de datos recolectados por otros investigadores (análisis secundario).

2.6 Técnicas para el análisis de los datos

La información levantada mediante análisis documental será complementada con datos recopilados mediante entrevistas y análisis DOFA, como parte del empleo de una estrategia de *triangulación*, en el análisis del caso. La estrategia de triangulación puede definirse, según Cowman (1993, c.p. Arias, 2000), como “la combinación de múltiples métodos en un estudio del mismo objeto o evento para abordar mejor el fenómeno que se investiga”.

Dada la naturaleza de los datos recopilados, se preferirá el uso de técnicas asociadas al análisis cualitativo de datos, tales como:

- *Tabulación* para evaluar comparativamente las ventajas y desventajas de las metodologías observadas.
- El *análisis DOFA* será empleado como apoyo en la obtención de los requerimientos y alcances del proyecto.

- El *análisis ponderado de las variables de estudio* aplicado a las respuestas logradas en las entrevistas, con la finalidad de valorar, bajo un marco de referencia común, la información pertinente en relación a requerimientos, necesidades y alcances.

Se emplearán adicionalmente las técnicas de análisis recomendadas por la metodología seleccionada, si las hubiere.

2.7 Operacionalización de las variables

Objetivo específico	Variables	Dimensiones	Indicadores
Estudiar las metodologías de gerencia aplicables a los proyectos de desarrollo de software según el Project Management Institute (PMI), el Software Engineering Institute (SEI) y algunas otras fuentes reconocidas que pudieran ser aplicables.	- Metodologías de gerencia de proyectos.	- Gestión de la Integración.	- Procesos de Gestión de la Integración.
		- Gestión del Alcance.	- Procesos de Gestión del Alcance.
		- Gestión del Tiempo.	- Procesos de Gestión del Tiempo.
		- Gestión de los Recursos Humanos.	- Procesos de Gestión de los Recursos Humanos.
		- Gestión de la Calidad.	- Procesos de Gestión de la Calidad.
		- Gestión de los Costes.	- Procesos de Gestión de los Costes.
		- Gestión de las Comunicaciones.	- Procesos de Gestión de las Comunicaciones.
		- Gestión de los Riesgos.	- Procesos de Gestión de los Riesgos.
		- Gestión de las Adquisiciones.	- Procesos de Gestión de las Adquisiciones.
Seleccionar las metodologías de gerencia de proyectos de desarrollo de software a utilizar.	- Características de las metodologías y del Proyecto	- Criticidad.	- Pérdida potencial ocasionada por la falla del proyecto.
		- Presupuesto y duración.	- Magnitud del presupuesto. - Rigidez del presupuesto. - Magnitud de la duración. - Rigidez de la duración.
		- Tamaño del equipo.	- Número de personas.
		- Dinamismo.	- Velocidad con la que se producen cambios en los requerimientos.
		- Procesos existentes y cultura.	- Nivel de ceremonia. - Compatibilidad con los procesos existentes en la compañía.
		- Tecnología.	- Tecnología requerida por el proyecto. - Compatibilidad con la tecnología existente en la compañía.

Objetivo específico	Variables	Dimensiones	Indicadores
		- Herramientas y técnicas.	- Herramientas y técnicas específicas requeridas. - Nivel de experiencia requerido.
		- Tipo y nivel de detalle.	- Tipo de metodología. - Nivel de detalle de la metodología.
Identificar los requerimientos de los clientes potenciales.	- Requerimientos de los clientes.	- Identificación de los Requerimientos.	- Requerimientos asociados a procesos de origen legal. - Requerimientos asociados a procesos internos del cliente. - Requerimientos no asociados a procesos (estéticos, técnicos, estructurales). - Requerimientos emergentes (no identificados).
		- Grado de Definición de los Requerimientos.	- Procesos y requerimientos documentados. - Procesos y requerimientos definidos, no documentados. - Procesos y requerimientos que es posible definir antes de dar inicio al proyecto. - Procesos o requerimientos que no es posible definir a priori.
		- Valoración de los Requerimientos.	- Importancia del requerimiento para el personal directivo del cliente. - Importancia del requerimiento para el personal administrativo del cliente. - Importancia del requerimiento debida a aspectos legales. - Importancia del requerimiento debida a factores técnicos y estructurales.
Determinar los alcances del proyecto.	- Restricciones del Proyecto.	- Tiempo.	- Fecha de inicio del proyecto. - Fecha de finalización del proyecto. - Duración estimada del proyecto.
		- Costo.	- Especificaciones de costo total hechas por el cliente. - Costos estimados debidos a adquisición de bienes y equipos. - Costos estimados debidos a honorarios profesionales y recursos técnicos. - Costos estimados debidos a procesos administrativos del proyecto.

Objetivo específico	Variables	Dimensiones	Indicadores
		- Calidad.	<ul style="list-style-type: none"> - Especificaciones de calidad hechas por el cliente. - Especificaciones de calidad establecidas por la empresa. - Especificaciones de calidad debidas a requisitos legales.
	- Alcances del proyecto.	- Identificación de los Alcances.	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre y descripción del alcance. - Acuerdo de inclusión del alcance dentro del proyecto.
		- Factibilidad de Cumplimiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Factibilidad técnica. - Factibilidad debida a los recursos necesarios para cumplir el alcance. - Factores éticos. - Otros factores.
Llevar a cabo los procesos de iniciación del proyecto.	- Documentos de Iniciación del Proyecto.	- Componentes del Acta de Constitución del Proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> - Requisitos que satisfacen las necesidades, deseos y expectativas del cliente, el patrocinador y demás interesados. - Necesidades de negocio, descripción a alto nivel del proyecto o requisitos del producto que el proyecto debe abordar. - Finalidad o justificación del proyecto. - Director del Proyecto nombrado y nivel de autoridad. - Resumen del cronograma de hitos. - Influencias de los interesados. - Organizaciones funcionales y su participación. - Asunciones de la organización, ambientales y externas. - Restricciones de la organización, ambientales y externas. - Oportunidades de negocio que justifiquen el proyecto, incluido el retorno sobre la inversión. - Presupuesto resumido.
		- Componentes del Enunciado del Alcance del Proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> - Objetivos del proyecto y del producto. - Requisitos y características del producto o servicio. - Criterios de aceptación del producto. - Límites del proyecto. - Requisitos y productos

Objetivo específico	Variables	Dimensiones	Indicadores
			entregables del proyecto. - Restricciones del proyecto. - Asunciones del proyecto. - Organización inicial del proyecto. - Riesgos iniciales definidos. - Hitos del cronograma. - WBS inicial. - Estimación de costes de orden de magnitud. - Requisitos de gestión de la configuración del proyecto. - Requisitos de aprobación.
		- Aprobación de los clientes.	- Aprobación del Acta de Constitución del Proyecto. - Aprobación del Enunciado del Alcance del Proyecto.

Tabla 2-2 Tabla de operacionalización de variables

2.8 Consideraciones éticas

Como base ética para el desarrollo del Trabajo Especial de Grado, se seguirán los lineamientos fijados en el código de ética de los miembros del PMI, que se transcribe a continuación (PMI, 2004b):

Preámbulo: En la búsqueda de la profesión de gerencia de proyectos, es vital que los miembros del PMI conduzcan su trabajo de una manera ética de forma de ganar y mantener la confianza de los miembros de equipo, colegas, empleados, empleadores, proveedores y clientes, el público y la comunidad en general.

Código de Ética del Miembro: Como un profesional del campo de la gerencia de proyectos, el miembro del PMI promete mantener y seguir lo siguiente:

- Mantendré altos estándares de integridad y conducta profesional.
- Aceptaré la responsabilidad por mis acciones.
- Continuamente buscaré realzar mis capacidades profesionales.
- Ejerceré práctica de la profesión con imparcialidad y honestidad.
- Animaré a otros en la profesión a actuar de una manera ética y profesional.

Capítulo 3 Marco teórico

3.1 Gerencia de proyectos y proyectos de desarrollo de software

Generalidades sobre gerencia de proyectos

Para establecer un marco teórico apropiado que permita delimitar adecuadamente el enfoque que se dará al diseño y desarrollo del Trabajo Especial de Grado, conviene identificar en primer lugar qué es lo que se entiende por proyecto, para luego describir de qué manera éste puede ser llevado a cabo de manera exitosa, según lo reconocido generalmente como *buenas prácticas*.

Un proyecto es, según la definición dada por el PMI (2004a) “un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único”, concepto que puede ampliarse con la definición del SEI (2002), que indica que “un proyecto es un conjunto gerenciado de recursos interrelacionados, que entrega uno o mas productos a un cliente o usuario final (...) tiene un principio y un fin definidos y funciona típicamente según un plan”.

Como puede observarse de acuerdo a estas definiciones, las características claves que identifican a un proyecto son:

- Recursos y esfuerzos **gerenciados**.
- **Temporalidad**.
- Generación de productos, servicios o resultados **únicos**.
- Elaboración gradual, de acuerdo a un **plan**.

Es posible en este punto hacer hincapié en el hecho de que un proyecto deba ser metódicamente dirigido por una persona o equipo de personas responsables de la consecución de sus objetivos, debido a que en términos de tiempo, alcances, plan (y usualmente de presupuesto) la naturaleza de los proyectos es inherentemente restringida, dando pie a la existencia de procesos que no tienen que ver con las características del

producto a generar sino que se asocian al proyecto en si, tales como “planificar, dirigir, controlar, estructurar, y motivar” (SEI, 2002).

En este sentido, el PMI (2004a) indica lo siguiente:

La dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto para satisfacer los requisitos del proyecto. La dirección de proyectos se logra mediante la aplicación e integración de los procesos de dirección de proyectos de inicio, planificación, ejecución, seguimiento y control, y cierre. El director del proyecto es la persona responsable de alcanzar los objetivos del proyecto.

Existen diversos enfoques que permiten sistematizar los mencionados procesos de dirección de proyectos. Por ejemplo, el PMI establece que existen cinco *Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos* (PMI, 2004a):

- Grupo de Procesos de Iniciación.
- Grupo de Procesos de Planificación.
- Grupo de Procesos de Ejecución.
- Grupo de Procesos de Seguimiento y Control.
- Grupo de Procesos de Cierre.

Organizados a su vez en nueve *Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos*, como puede verse en la Tabla 3-1

Procesos de un Área de Conocimiento	Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos				
	Grupo de Procesos de Iniciación	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Seguimiento y Control	Grupo de Procesos de Cierre
Gestión de la Integración del Proyecto	- Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto - Desarrollar el Enunciado del Alcance del Proyecto Preliminar	- Desarrollar el Plan de Gestión del Proyecto	- Dirigir y Gestionar la Ejecución del Proyecto	- Supervisar y Controlar el Trabajo del Proyecto - Control Integrado de Cambios	- Cerrar el Proyecto

Procesos de un Área de Conocimiento	Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos				
	Grupo de Procesos de Iniciación	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Seguimiento y Control	Grupo de Procesos de Cierre
Gestión del Alcance del Proyecto		<ul style="list-style-type: none"> - Planificación del Alcance - Definición del Alcance - Crear EDT (WBS) 		<ul style="list-style-type: none"> - Verificación del Alcance - Control del Alcance 	
Gestión del Tiempo del Proyecto		<ul style="list-style-type: none"> - Definición de las Actividades - Establecimiento de la Secuencia de las Actividades - Estimación de Recursos de las Actividades - Estimación de la Duración de las Actividades - Desarrollo del Cronograma 		<ul style="list-style-type: none"> - Control del Cronograma 	
Gestión de los Costes del Proyecto		<ul style="list-style-type: none"> - Estimación de Costes - Preparación del Presupuesto de Costes 		<ul style="list-style-type: none"> - Control de Costes 	
Gestión de la Calidad del Proyecto		<ul style="list-style-type: none"> - Planificación de Calidad 	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar Aseguramiento de Calidad 	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar Control de Calidad 	
Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto		<ul style="list-style-type: none"> - Planificación de los Recursos Humanos 	<ul style="list-style-type: none"> - Adquirir el Equipo del Proyecto - Desarrollar el Equipo del Proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> - Gestionar el Equipo del Proyecto 	
Gestión de las Comunicaciones del Proyecto		<ul style="list-style-type: none"> - Planificación de las Comunicaciones 	<ul style="list-style-type: none"> - Distribución de la Información 	<ul style="list-style-type: none"> - Informar el Rendimiento - Gestionar a los Interesados 	

Procesos de un Área de Conocimiento	Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos				
	Grupo de Procesos de Iniciación	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Seguimiento y Control	Grupo de Procesos de Cierre
Gestión de los Riesgos del Proyecto		<ul style="list-style-type: none"> - Planificación de la Gestión de Riesgos - Identificación de Riesgos - Análisis Cualitativo de Riesgos - Análisis Cuantitativo de Riesgos - Planificación de la Respuesta a los Riesgos 		<ul style="list-style-type: none"> - Seguimiento y Control de Riesgos 	
Gestión de las Adquisiciones del Proyecto		<ul style="list-style-type: none"> - Planificación de las Compras y Adquisiciones - Planificar la Contratación 	<ul style="list-style-type: none"> - Solicitar Respuestas a Vendedores - Selección de Vendedores 	<ul style="list-style-type: none"> - Administración del Contrato 	<ul style="list-style-type: none"> - Cierre del Contrato

Tabla 3-1 Correspondencia de los Procesos de Dirección de Proyectos a los Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos y a las Áreas de Conocimiento (PMI, 2004a)

El SEI, establece por su parte que las Áreas de Procesos para la Gerencia de Proyectos son (SEI, 2002):

- Planificación del Proyecto (Área básica).
- Control y Monitoreo del Proyecto (Área básica).
- Gerencia de los Acuerdos de Servicio (Área básica).
- Gerencia Integrada del Proyecto (Área avanzada).
- Gerencia del Riesgo (Área avanzada).
- Gerencia Cuantitativa del Proyecto (Área avanzada).

Teniendo cada una de estas Áreas de Procesos una serie de Metas y Prácticas (generales y específicas) asociadas.

El PMI establece que la finalidad principal de su Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (PMI, 2004a) es proporcionar una descripción general del subconjunto de

fundamentos de la dirección de proyectos que es aplicable “a la mayoría de los proyectos, la mayor parte del tiempo, y que existe un amplio consenso sobre su valor y utilidad” (p. 3), al mismo tiempo que “existe un acuerdo general en que la correcta aplicación de estas habilidades, herramientas y técnicas puede aumentar las posibilidades de éxito de una amplia variedad de proyectos diferentes” (p. 3).

Como referencia fundamental, la mencionada norma no constituye un compendio total de todos los conocimientos, y específicamente no incluye los conocimientos y extensiones específicos por área de aplicación, por lo que al establecer las prácticas aplicables específicamente a un área como la ingeniería de software es necesario recurrir a una fuente más especializada.

Siguiendo esta línea, el SEI (2002) establece que la Ingeniería de Software es “la aplicación de un acercamiento sistemático, disciplinado y cuantificable al desarrollo, operación y mantenimiento de software” (p. 633), y de acuerdo con ello fija en su Capability Maturity Model Integration for Software Engineering el conjunto de ampliaciones (procesos, metas y prácticas) específicas para la gerencia de los proyectos de esta disciplina, así como asistencia para la interpretación de las prácticas propias de la misma (SEI, 2002).

El estudio de las prácticas establecidas por el SEI permitirá complementar el enfoque del PMI, ya que está orientado específicamente al área de Ingeniería de Software.

Como ejemplo de ampliación específica para la ingeniería de software, en la Tabla 3-2 se presenta la Práctica Específica SP 1.3-1 *Definir Ciclo de Vida del Proyecto*, extraído del (CMMI-SW, V1.1) (SEI, 2002).

SP 1.3-1 Definir Ciclo de Vida del Proyecto

Definir las fases del ciclo de vida del proyecto, sobre las cuales enfocar el esfuerzo de planificación.

La determinación de las fases del ciclo de vida del proyecto suministra períodos planificados de evaluación y toma de decisiones. Esto es normalmente determinado para sustentar puntos lógicos de decisión en los que se establecen compromisos significativos concernientes a los recursos y aproximaciones técnicas. Estos puntos proveen eventos planificados en los que pueden hacerse correcciones en el curso futuro del proyecto y ajustes en el costo y el cronograma.

Para Ingeniería de Software

La determinación de las fases del proyecto de software usualmente incluye la selección y refinamiento de un modelo de desarrollo de software para tratar interdependencias y para una secuenciación apropiada de las actividades del proyecto de software.

El ciclo de vida del proyecto consiste en fases que es necesario definir dependiendo del alcance de los requerimientos, los estimados de recursos y la naturaleza del proyecto. Proyectos grandes pueden contener múltiples fases, como conceptualización, desarrollo, producción, operaciones y cierre. Dentro de esas fases, pueden ser necesarias sub-fases. La fase de desarrollo puede incluir sub-fases como análisis de requerimientos, diseño, fabricación, integración y verificación. Dependiendo de la estrategia de desarrollo, puede haber fases intermedias de creación de prototipos, incrementos de capacidad, o modelos de ciclos de vida espirales.

La comprensión del ciclo de vida del proyecto es crucial en la determinación del alcance del esfuerzo de planificación, y del tiempo inicial de planificación, así como la programación y los criterios (hitos críticos) para replanificar.

Productos típicos de trabajo

1. Fases del ciclo de vida del proyecto.

Tabla 3-2 Práctica Específica SP 1.3-1: Definir Ciclo de Vida del Proyecto (SEI, 2002)

Mientras el PMBOK establece fundamentos generales para la gerencia de proyectos, el SEI puede ser considerado una fuente complementaria para determinar los lineamientos a seguir en la gerencia de proyectos dentro del ámbito de la ingeniería de software, lo que facilita el proceso de enmarcar la metodología que se empleará para desarrollar el proyecto objeto de el presente Trabajo Especial de Grado.

Sin embargo, es pertinente resaltar que el marco de trabajo establecido por el CMMI-SW está orientado hacia un modelo de *madurez organizacional*, y por lo tanto abarca áreas que sobrepasan el ámbito de la Gerencia de Proyectos; por la misma causa, la visión de la mencionada norma es general, y no profundiza en aspectos tales como la selección y uso

de herramientas que permiten desarrollar proyectos específicos (por ejemplo, en la Práctica Específica presentada en la Tabla 3-2 se propone definir el ciclo de vida del proyecto, pero no se especifican las herramientas necesarias para hacerlo, ni se enumeran los ciclos de vida disponibles).

Es necesario entonces profundizar en las características inherentes al problema del desarrollo de software, como base para la selección de la metodología de desarrollo que se combinará con el marco de trabajo establecido por el PMI y el SEI.

El problema del desarrollo de software

La expresión “crisis del software” (“*software crisis*”) ha sido utilizada desde las décadas finales del siglo veinte para describir la dificultad de desarrollar programas de computación correctos, comprensibles y verificables, en un entorno en el que el poder de cómputo y la complejidad de los problemas a abordar se incrementaba constante y aceleradamente.

Demostrando una temprana preocupación por este fenómeno, Dijkstra (1972) decía en su artículo *El programador humilde* que la causa principal de la crisis del software es “que las máquinas se han convertido en varios órdenes de magnitud más poderosas (...) cuando teníamos algunas débiles computadoras, la programación era un problema leve; ahora tenemos computadoras gigantes, y la programación se ha convertido en un problema igualmente gigante.” (p. 3).

Sin embargo, posteriormente ha sido reconocido que las causas de la crisis del software están relacionadas con la complejidad total del proceso del software y con la inmadurez relativa de la Ingeniería de Software como profesión, más que con la complejidad de los dispositivos computacionales en sí.

En el Primer Congreso Mundial para la Calidad del Software (Paulk, 1995) se indicaba que “en algunas organizaciones, el proyecto típico de software está un año retrasado y ha gastado el doble del presupuesto (...) en 17 proyectos de una organización de software del Departamento de Defensa [de los Estados Unidos de América], la planificación promedio de 28 meses estuvo errada por un promedio de 20 meses, y ninguno de los proyectos fue finalizado en el tiempo proyectado.” (p. 1), sugiriendo posteriormente que las

causas de la crisis estaban asociadas al hecho de que el desarrollo de software constituye un entorno intensivamente “humano” y “de diseño”. Esto quiere decir que, a diferencia de otras disciplinas en las que el principal factor de éxito de un proyecto está asociado a una adecuada planificación y posterior ejecución y control del mismo, en el caso del software el éxito está críticamente ligado a la competencia de las personas que ejecutan el proyecto (Paulk, 1995).

La complejidad del problema es tal, que incluso actualmente se considera que la mayoría de los proyectos de software fallan de una forma u otra (Kruchten, 2000), presentando una serie de síntomas comunes tales como:

- Inadecuada comprensión de las necesidades del usuario final.
- Incapacidad para enfrentar requerimientos cambiantes.
- Módulos que no pueden ser acoplados para funcionar juntos.
- Software difícil de mantener o ampliar.
- Descubrimiento tardío de fallas críticas.
- Software de baja calidad.
- Desempeño inaceptable del software.

El desarrollo de software es generalmente una actividad caótica caracterizada por la frase “codifica y corrige” (Fowler, 2000), en donde un programa es escrito con un mínimo plan subyacente, integrando los componentes del sistema mediante una serie de decisiones a corto plazo. Esto de hecho funciona muy bien si el sistema a desarrollar es pequeño, pero “conforme el sistema crece llega a ser cada vez más difícil agregar nuevos aspectos al mismo. Además los *bugs* llegan a ser cada vez más frecuentes y más difíciles de corregir. La característica típica de tal sistema es una larga fase de pruebas después de que el sistema ha sido *completado*.” (p. 1). Esto hace estragos con la planificación, ya que es virtualmente imposible establecer un cronograma de pruebas y depuración de errores.

Como alternativa a esta forma de trabajar, y en general como respuesta a los problemas inherentes al desarrollo de proyectos enmarcados en el área de las Tecnologías de

Información (TI), muchas empresas han recurrido al uso de metodologías de desarrollo y metodologías de proyectos.

Esto ocurre como un intento de establecer un proceso disciplinado sobre el desarrollo del software, con el fin de hacerlo más predecible y eficiente y, siguiendo el camino trazado por otras disciplinas de la ingeniería, que acusa un fuerte énfasis en la planificación, seguimiento y control del proyecto (usando metodologías conducidas por el plan, o *plan-driven methodologies*). De hecho, el uso de metodologías de proyectos se convierte en una estrategia de negocios asumida por las compañías para maximizar el valor del proyecto para la organización.

Sin embargo, mientras que las metodologías ingenieriles han estado presentes durante mucho tiempo, en el ámbito de la ingeniería de software no se han distinguido precisamente por ser muy exitosas; y menos aún por su popularidad entre los programadores y desarrolladores en general.

La crítica más frecuente a estas metodologías es el alto nivel de “protocolo” que implican, en detrimento de la agilidad requerida por la naturaleza del negocio. Podría decirse que hay tanto que hacer para seguir la metodología que el ritmo entero del desarrollo se retarda (Charvat, 2003; Fowler, 2000).

Como respuesta, la disciplina de las metodologías de proyectos ha experimentado un auge desde finales de la década de 1990, con la introducción formal (por parte de algunas organizaciones de gerencia de proyectos y organismos militares) de varias metodologías creadas específicamente para ser empleadas en el ámbito de la ingeniería de software.

Una consecuencia paradójica es que metodologías orientadas a la Tecnología de Información han comenzado a ser utilizadas efectivamente en otros ámbitos como la energía, aeronáutica, proyectos sociales, gobierno, construcción y consultoría, que han apreciado las ventajas de un enfoque más versátil y dinámico.

En la Figura 3-1 se presentan diversas metodologías de desarrollo a lo largo de un espectro en el que se aprecia el énfasis en la planificación, presentando la metodología más rígida posible (con “Bordes de Hierro”) por un lado, versus el esquema “codifica y

corrige” por el otro. En la parte superior del esquema puede apreciarse que entre ambos extremos existe todo un abanico de opciones entre las que un equipo de proyectos puede elegir, por lo que resulta necesario realizar un análisis en el que se fundamente la decisión de utilizar una metodología determinada, ya que es posible identificar condiciones en las cuales cada metodología (o grupo de ellas) tiene mas probabilidades de éxito (Gambardini y Campos, 2004).

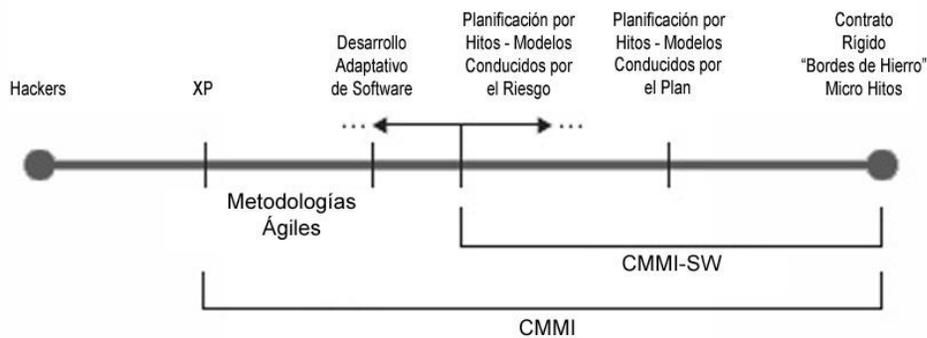


Figura 3-1 Espectro de Planeación (Boehm, 2002)

Los principales representantes de las metodologías emergentes se engloban dentro del conjunto de las metodologías *Ágiles*, presentadas por Beck et al. (2001), mientras que los modelos basados en el Ciclo de Vida en Cascada (Rovce, 1970), y modelos de madurez como el CMMI-SW (SEI, 2002), representan un ejemplo de marcos metodológicos en los que se reflejan metodologías orientadas al plan (Boehm, 2002; Gambardini y Campos, 2004).

Sin embargo, Charvat (2003) plantea que en este contexto pueden diferenciarse dos tipos de metodologías:

- Metodologías de Gerencia de Proyectos: Establecen el Marco de Trabajo del Proyecto, de alto nivel. En este grupo estarían incluidas la Guía del PMBOK, CMMI-SW, RUP, entre otras.

- Metodologías de Desarrollo de Software: Suministran los detalles del diseño y desarrollo del sistema. Como ejemplo pueden citarse XP y SCRUM (metodologías *Ágiles*), Desarrollo Espiral, e incluso el Modelo de Cascada.

Las Metodologías de Gerencia de Proyectos en general están asociadas a un tipo de Metodología de Desarrollo (por ejemplo PMBOK con Modelo de Cascada), pero ese vínculo no es necesariamente rígido, siendo posible encontrar proyectos en los que se combinen metodologías de proyectos y metodologías de desarrollo distintas.

Metodologías de Gerencia de Proyectos

Según indica Charvat (2003), las metodologías de Gerencia de Proyectos deben estar estructuradas para tomar ventaja de las fases naturales que surgen a medida que el trabajo se desarrolla, y que usualmente pueden ser definidas en términos de un plan y unos realizables específicos. A la vez, la manera como estas fases se relacionan entre sí determina el ciclo de vida del proyecto.

Efectivamente, en esencia el ciclo de vida de un proyecto no es otra cosa que un conjunto de fases relacionadas, en donde cada fase típicamente es dirigida a su conclusión de alguna forma lógica antes de que la siguiente fase del proyecto comience. Cada fase desemboca en un conjunto discreto de entregables e hitos, que a la vez sirven como punto de partida para la siguiente fase.

El hito que delimita cada fase es un punto de decisión, en el que los estimados de costo y cronograma, planes, requerimientos y especificaciones deben ser actualizados y reevaluados. Incluso en ocasiones deberá tomarse la decisión de continuar o no el proyecto.

En la Figura 3-2 se muestra de manera general cómo las distintas fases del ciclo de vida de un proyecto están vinculadas unas a otras.

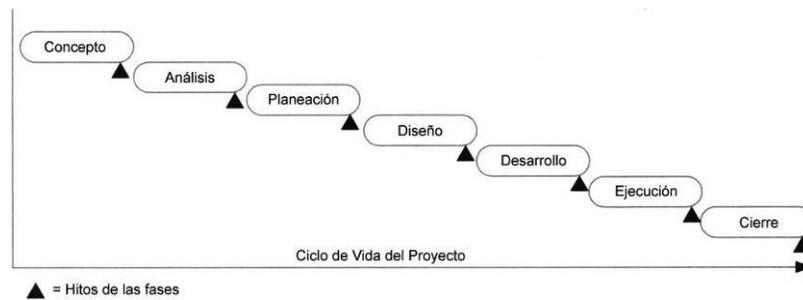


Figura 3-2 Fases generales de una metodología de proyectos. Ciclo de vida en cascada (Charvat, 2003)

Las fases incorporadas a un ciclo de vida, en conjunto con las estrategias y procesos de planificación, seguimiento y control, conforman la estructura de una metodología de proyectos típica (Charvat, 2003):

Las decisiones en los hitos son hechas después de conducir una revisión mayor del programa, en la que el gerente del proyecto presenta la declaración aprobada de requerimientos, estrategia de adquisiciones, progreso del diseño, resultados de pruebas, estimados actualizados de costos y cronogramas, y valoraciones de riesgos, en conjunto con una solicitud de autorización para proceder con la fase siguiente. Las fases tempranas del proyecto tienden a definir la dirección para todos los esfuerzos posteriores en el proyecto.

La aproximación mostrada en la Figura 3-2 ejemplifica el ciclo de vida clásico (o “en cascada”), en el que el proyecto se desarrolla linealmente desde el Concepto y Análisis de los requerimientos, hasta las posteriores fases de Diseño, Ejecución, Pruebas y Cierre del proyecto. Una de las premisas fundamentales de este tipo de ciclos de vida es que al centrar los esfuerzos en las fases de concepto, análisis y diseño, se minimizan los costos y riesgos asociados al desarrollo, ejecución y cierre.

Por ejemplo, es común que en un proyecto de ingeniería civil los requerimientos y especificaciones sufran solamente cambios menores una vez que han sido fijados y aceptados en las fases iniciales del proyecto. También es común que las fases de construcción sean mucho más costosas en dinero y tiempo que las de diseño y planeación, por lo que una estrategia en cascada está plenamente justificada, ya que la mencionada premisa de minimización de costos y riesgos será probablemente cierta en un

entorno en el que los requerimientos son relativamente estables y el diseño es relativamente barato (Fowler, 2000).

Sin embargo, en entornos en los que las características del proyecto son fundamentalmente distintas, como por ejemplo en proyectos en los que existe un riesgo alto de cambios mayores y *tardíos* en los requerimientos (como los proyectos de nuevos productos), el ciclo de vida en cascada resulta particularmente inadecuado, ya que al ser el diseño y la planificación los pilares sobre los que está sustentado el proyecto, el descubrimiento (o surgimiento) tardío de errores de concepción o diseño tiende a acarrear costosos excesos en costo y tiempo, necesarios para tomar medidas correctivas. En el peor de los casos, puede esta circunstancia ser la causante de la cancelación del proyecto (Kruchten, 2000).

Como una alternativa al ciclo de vida en cascada, surge el proceso *iterativo e incremental*, ilustrado en la Figura 3-3. En este proceso “la identificación de los riesgos del proyecto es forzada a ser temprana en el ciclo de vida, cuando es posible atacar y reaccionar a ellos a tiempo y de manera eficiente” (Kruchten, 2000, p. 7). En este caso la premisa fundamental es que tanto los requerimientos como los riesgos son evaluados en el transcurso de cada iteración, con lo que los mismos son manejados y atacados continuamente.

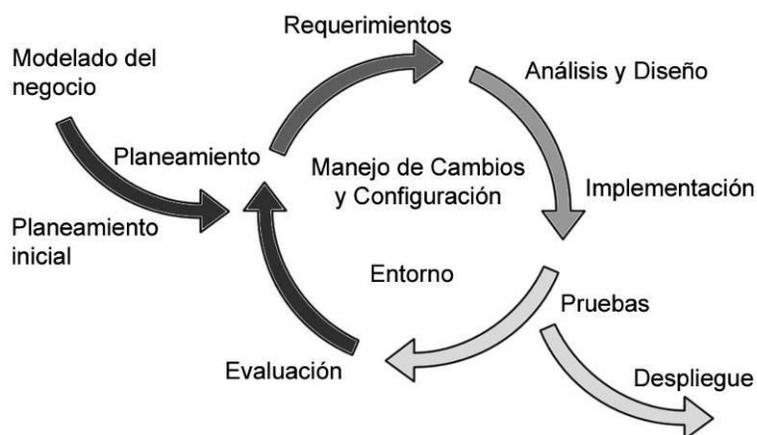


Figura 3-3 Ciclo de vida iterativo e incremental (Kruchten, 2000)

Otro aspecto importante es el hecho de que en cada iteración “se fuerza al equipo de desarrollo a llevar los *artefactos*¹ del proyecto a su finalización de una forma predecible y repetible” (Kruchten, 2000, p. 7). Esto quiere decir, que cada iteración finaliza con la entrega de un “prototipo” que integre de una forma u otra el arte actual de los requerimientos.

Obviamente, una aproximación de este tipo solo es factible en entornos en los que los costos de las fases de construcción son relativamente económicos, y en los que es barato realizar cambios sobre lo ya realizado, como es el caso de la ingeniería de software y el desarrollo de nuevos productos.

A continuación se presentará una breve descripción de algunas de las Metodologías de Gerencia de Proyectos existentes. La selección de las mismas no pretende ser exhaustiva, pretendiendo en cambio servir como un marco referencial que incluya algunas de las principales opciones que se ofrecen al Gerente de Proyectos, a la hora de buscar la metodología que mejor se adecue a un proyecto específico.

PMBOK

El PMI publicó en el 2004 la tercera edición de su Guía del PMBOK, con la finalidad de identificar y agrupar en un mismo documento el subconjunto de conocimientos en el área de la Gerencia de Proyectos que generalmente es reconocido como *buenas prácticas*.

Al suministrar una guía, la idea no es que los conocimientos descritos deban aplicarse siempre de forma uniforme en todos los proyectos, ya que el equipo de dirección del proyecto debe ser el único responsable de determinar lo que es apropiado para cada proyecto determinado (PMI, 2004a).

El equipo de dirección del proyecto debe estar al tanto de esto, al tiempo que debe tomar en cuenta el hecho de que un proyecto se enmarca en un contexto más amplio, que

¹ Un *artefacto* es “una pieza de información que es producida, modificada, o usada por un proceso; define un área de responsabilidad, y está sujeta a un control de versiones. Un *artefacto* puede ser un modelo, el elemento de un modelo, o un documento” (Kruchten, 2000, p. 273).

incluye el Ciclo de vida del proyecto, los Interesados en el proyecto, y al Cultura organizacional de la empresa que ejecuta el proyecto.

En relación al primero de estos elementos, el Ciclo de vida del proyecto, el PMI indica que éste es el conjunto de fases en las que puede dividirse un proyecto con la finalidad de facilitar la gestión del mismo. Desde el punto de vista de su estructura, “las fases son secuenciales y, normalmente, están definidas por alguna forma de transferencia de información técnica o transferencia de componentes técnicos” (p. 20), con lo que se establece que generalmente los proyectos estarán sujetos a un ciclo de vida de tipo cascada. Por otra parte, “no es inusual que una fase comience antes de la aprobación de los productos entregables de la fase previa, cuando los riesgos involucrados se consideran aceptables. Esta práctica de superponer fases, que normalmente se realiza de forma secuencial, es un ejemplo de la aplicación de la técnica de compresión del cronograma denominada ejecución rápida” (p. 20).

Sin embargo, el PMBOK no fundamenta su metodología de gerencia de proyectos en una sucesión de fases, sino en la ejecución de procesos interrelacionados, usando conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas de dirección de proyectos que reciben entradas y generan salidas (PMI, 2004a). Estos procesos están agrupados en cinco Grupos de procesos, e interactúan de manera general de la manera presentada en la Figura 3-4.

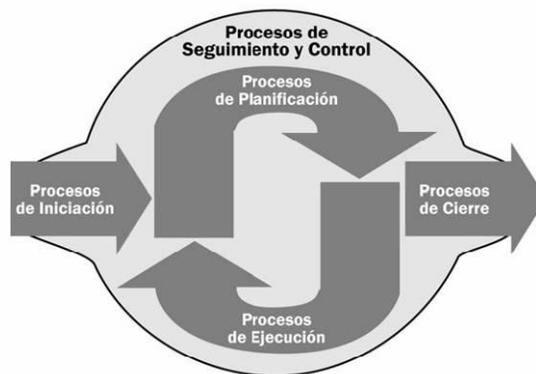


Figura 3-4 Metodología PMI (PMI, 2004a)

Es importante resaltar que “los Grupos de Procesos no son fases del proyecto. Cuando se pueden separar proyectos grandes o complejos en distintas fases o subproyectos, (...) por lo general, se repetirán todos los procesos del Grupo de Procesos para cada fase o subproyecto” (PMI, 2004a, p. 41).

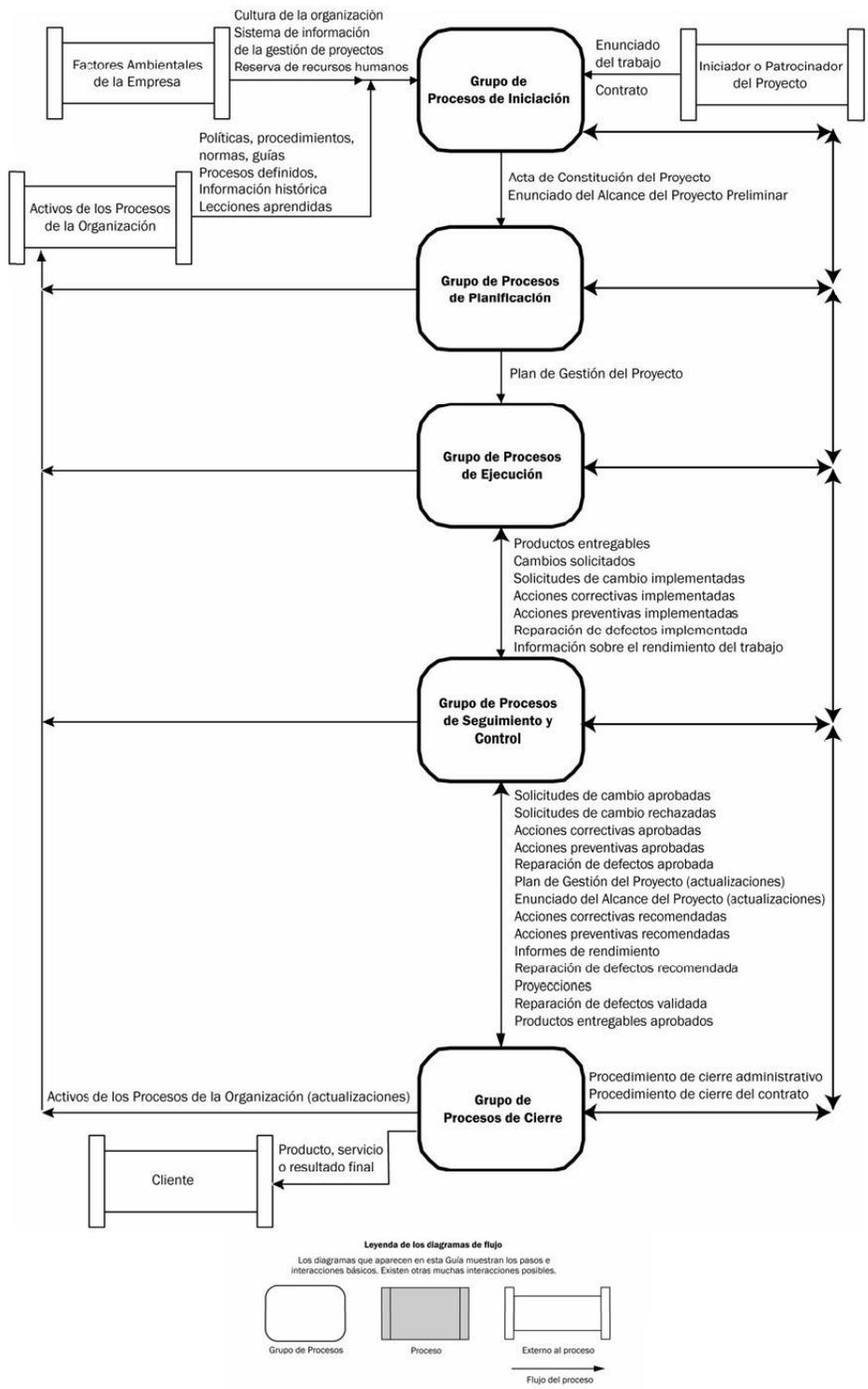
Los cinco Grupos de Procesos son (PMI, 2004a, p. 41):

- Grupo de Procesos de Iniciación. Define y autoriza el proyecto o una fase del mismo.
- Grupo de Procesos de Planificación. Define y refina los objetivos, y planifica el curso de acción requerido para lograr los objetivos y el alcance pretendido del proyecto.
- Grupo de Procesos de Ejecución. Integra a personas y otros recursos para llevar a cabo el plan de gestión del proyecto para el proyecto.
- Grupo de Procesos de Seguimiento y Control. Mide y supervisa regularmente el avance, a fin de identificar las variaciones respecto del plan de gestión del proyecto, de tal forma que se tomen medidas correctivas cuando sea necesario para cumplir con los objetivos del proyecto.
- Grupo de Procesos de Cierre. Formaliza la aceptación del producto, servicio o resultado, y termina ordenadamente el proyecto o una fase del mismo.

El diagrama de flujo de procesos (Figura 3-5), ofrece un resumen de las interacciones y del flujo básico entre los Grupos de Procesos.

Las interacciones entre los grupos de procesos no son necesariamente secuenciales, siendo permitida (e incluso deseada) la retroalimentación, como una herramienta importante de control y reducción de los riesgos.

Al haber sido elaborada por una institución enfocada en las necesidades de los profesionales de la gerencia de proyectos, la Guía del PMBOK abarca ampliamente las áreas de conocimiento de la gerencia de proyectos. Sin embargo, dado su carácter de guía, debe ser complementada con herramientas que proporcionen al equipo de proyectos el nivel de detalle necesario para trabajar, así como herramientas específicas de determinadas áreas de aplicación, tales como metodologías de desarrollo de software o plantillas de documentos.



Nota: No se muestran todas las interacciones entre procesos ni todo el flujo de datos entre los Grupos de Procesos.

Figura 3-5 Resumen de alto nivel de las interacciones de los Grupos de Procesos (PMI, 2004a)

CMMI-SW

El SEI ha establecido, al diseñar su modelo CMMI-SW, que su propósito es suministrar una guía para mejorar los procesos de las organizaciones orientadas al negocio del software (SEI, 2002). Para lograr esto, ha recopilado una serie de prácticas probadas en la industria y las ha organizado dentro de una estructura que establece las prioridades y los pasos necesarios para su implementación, de acuerdo a una escala de madurez organizacional.

Desde este punto de vista, CMMI-SW es más un modelo que una metodología. Sin embargo, al establecer los procesos y las prácticas que deben ser adoptados por la industria también establece las líneas generales de la metodología que ésta debe adoptar.

El CMMI-SW² está organizado en seis niveles de *capacidad*, que indican la madurez de determinada organización:

0. Incompleto
1. Realizado
2. Gerenciado
3. Definido
4. Gerenciado cuantitativamente
5. Optimizado

Para alcanzar un determinado nivel, es necesario lograr un conjunto de metas específicas y de metas generales, clasificadas a la vez en un conjunto de áreas de procesos concernientes a la organización.

Los objetivos (específicos y generales) que atañen a los niveles 2 al 5 hacen referencia a aspectos de definición, repetibilidad y optimización de procesos empresariales, y sobrepasan el alcance de un proyecto específico, por lo que no serán considerados en

² El SEI ha diseñado su modelo CMMI-SW según dos representaciones equivalentes: *Continua* y *Por etapas*. En el Trabajo Especial de Grado se hará referencia únicamente a la representación Continua.

esta oportunidad. De igual manera, solo revisten importancia para el presente Trabajo Especial de Grado las Áreas básicas de procesos de Gerencia de Proyectos.

El SEI establece el marco de trabajo para la gerencia de proyectos como un conjunto de interacciones complejas entre sus Áreas básicas de procesos, más que como un ciclo (Figura 3-6).

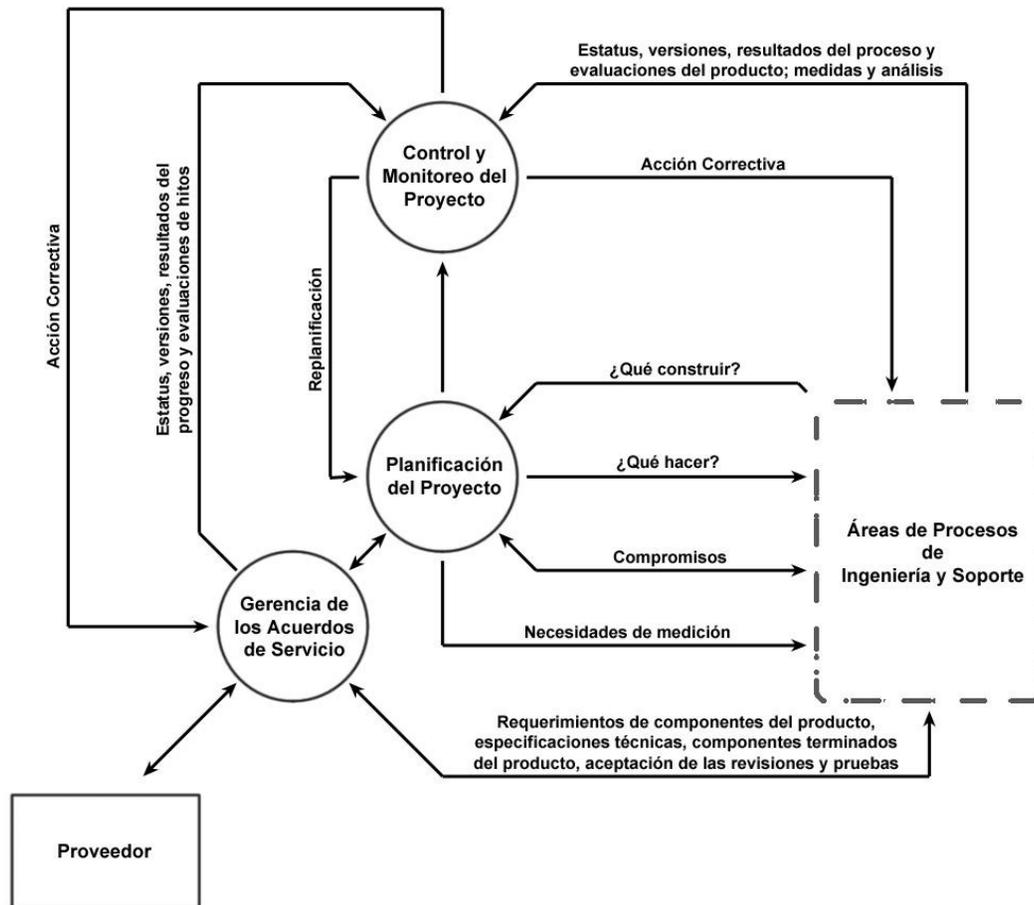


Figura 3-6 Interacciones de las Áreas básicas de Procesos de Gerencia de Proyectos (SEI, 2002)

Las Áreas básicas de Procesos de Gerencia de Proyectos abarcan las actividades relacionadas con el establecimiento y mantenimiento de un plan de proyecto, establecimiento y mantenimiento de compromisos, monitoreo del progreso versus el plan, toma de acciones correctivas (manejo básico del riesgo), y manejo de acuerdos de servicio (SEI, 2002).

El CMMI-SW es una guía, por lo que su grado de detalle no es excesivo. Sin embargo, posee la característica de que sus procesos están orientados específicamente a la ingeniería de software, lo que debe ser tomado en cuenta si el proyecto a desarrollar entra dentro de esta disciplina.

Para su implementación, el CMMI-SW deberá ser complementado con alguna metodología de desarrollo que le suministre el nivel de detalle necesario.

System Development Life Cycle (SDLC)

Las metodologías provenientes de la evolución del modelo de ciclo de vida en cascada han recibido el nombre genérico de Ciclo de Vida del Desarrollo de Sistemas (*System Development Life Cycle, SDLC*).

La característica común de las metodologías tipo SDLC, herencia directa del modelo en cascada, es el hecho de que impliquen la finalización de una fase antes del inicio de la otra. Este paradigma ha sido muy atacado durante los últimos años debido a que se considera que hace que los proyectos consuman más tiempo, a la vez que los hace más sensibles a los cambios en los requerimientos y en la tecnología. Ambas características son particularmente poco deseables en el mundo de la ingeniería de software, por lo que algunos metodologistas han empezado a llamar a estas metodologías los “dinosaurios de las metodologías de proyectos” (Charvat, 2003).

Sin embargo, el SDLC ha sido usado con éxito por empresas como Jonson & Jonson, Novartis, Adventis y Nokia; y en fechas tan recientes como el año 2003 sigue siendo adoptado por instituciones privadas y públicas, como el Departamento de Justicia de los Estados Unidos, por ejemplo.

Las fases del ciclo de vida, así como los procesos y actividades asociados a las mismas, dependen de la complejidad del proyecto a ejecutar y de las condiciones de la empresa y del equipo de proyectos. En la Figura 3-7 se puede apreciar un ejemplo de metodología SDLC, en forma esquematizada.

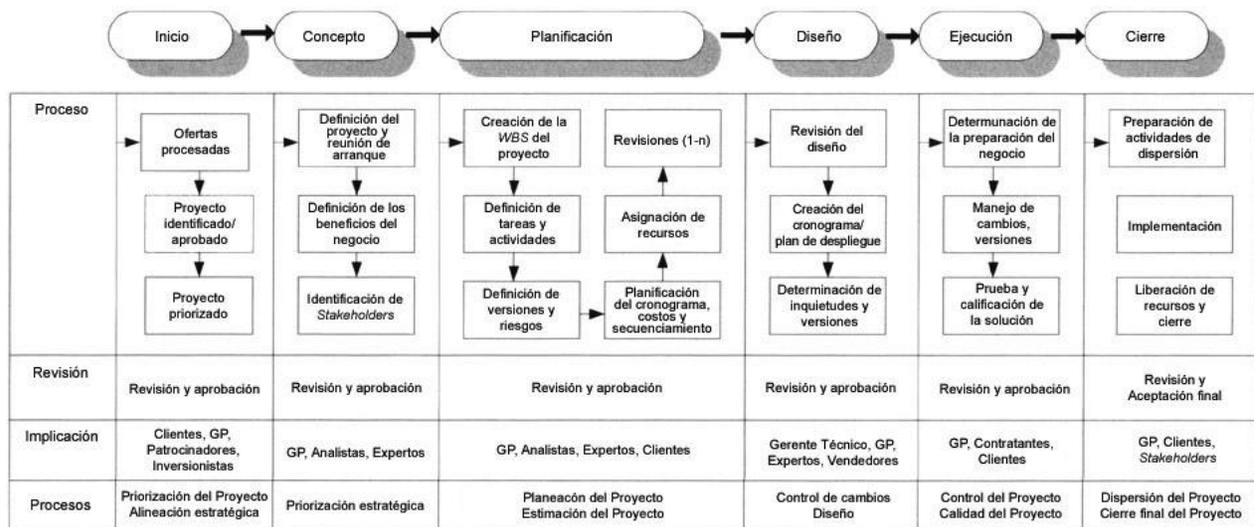


Figura 3-7 Metodología SDLC. Ciclo de vida (Charvat, 2003)

Una de las características importantes del SDLC es el hecho de que, gracias a su estructura lineal, muchas de las técnicas y métodos empleados por la gerencia de proyectos clásica pueden ser usadas con esta metodología sin necesidad de cambios sustanciales, por lo que muchos gerentes de proyectos (y equipos) se sentirán cómodos con su uso. Esto resulta particularmente ventajoso en empresas cuya naturaleza del negocio no sea el desarrollo de software.

En relación a su adopción, el SDLC puede ser adquirido de algunas de las fuentes públicas disponibles, como el mencionado Departamento de Justicia de los Estados Unidos (<http://www.usdoj.gov/jmd/irm/lifecycle/table.htm>); adoptado bajo permiso a partir de alguna metodología SDLC existente en la industria; o desarrollado a la medida a partir de la base de conocimientos de la Gerencia de Proyectos clásica y del modelo de Ciclo de Vida en Cascada.

Rational Unified Process (RUP)

La metodología RUP se presenta como un *proceso de ingeniería de software*, cuyo objetivo es garantizar la producción de software de alta calidad, que satisfaga las necesidades de sus usuarios finales dentro de un cronograma y presupuesto predecibles (Kruchten, 2000). Ha sido desarrollada progresivamente por la compañía Rational

Software Corporation (actualmente IBM Rational Software) desde 1995, a partir del proceso denominado Objectory (creado en Suecia en 1987 por Ivar Jacobson, como resultado de sus años de experiencia en la compañía de telecomunicaciones Ericsson), centrado en los conceptos de *casos de uso* y *diseño orientado a objetos*.

Específicamente, RUP es una instancia detallada de un proceso más genérico descrito por Ivar Jacobson, Grady Booch y James Rumbaugh en 1998, denominado Proceso Unificado de Desarrollo de Software (Jacobson, I., Booch, G., Rumbaugh, J., 1998. *The unified software development process*. Addison-Wesley).

Como parte de sus fundamentos, RUP captura muchas de las mejores prácticas del desarrollo de software moderno, pero de una forma accesible para un rango muy amplio de proyectos y organizaciones. Específicamente cubre seis prácticas fundamentales (Kruchten, 2000):

- Desarrollo iterativo.
- Manejo de requerimientos.
- Arquitecturas basadas en el uso de componentes.
- Modelado visual (con UML).
- Verificación continua de la calidad.
- Control de cambios.

Durante su desarrollo, los proyectos basados en RUP atraviesan cuatro fases: inicio, elaboración construcción y transición; cada fase contiene una o más iteraciones, y en cada iteración los esfuerzos son distribuidos en distintos grados entre cada una de varias disciplinas (o *workflows*), como lo son los Requerimientos, el Análisis y Diseño, y las Pruebas, por ejemplo (Charvat, 2003). Cada una de estas disciplinas agrupan lógicamente las diversas actividades, de acuerdo a su naturaleza (Figura 3-8).

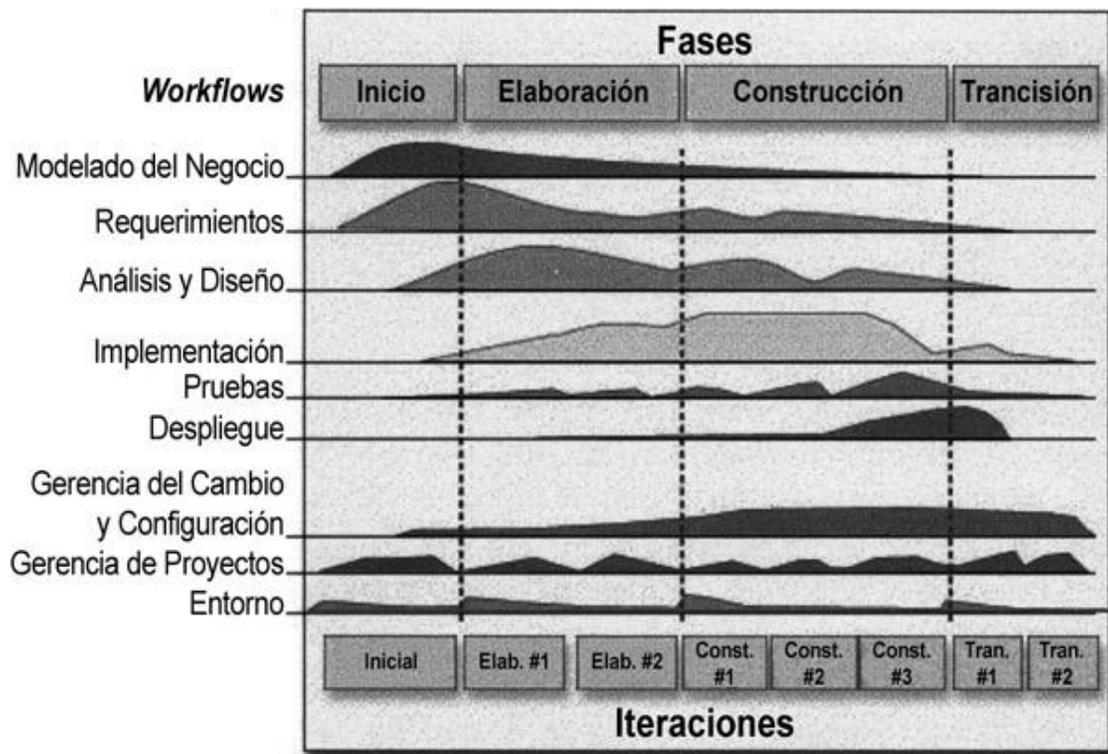


Figura 3-8 Comparación de *workflows* - RUP (Charvat, 2003)

Al incorporar el ciclo de vida iterativo e incremental en cada una de las disciplinas asociadas a la ingeniería de software (no solamente al desarrollo), el resultado es que una de las fortalezas principales del RUP es la reducción de los riesgos.

En la Figura 3-9 se aprecian los procesos que se ejecutan en una iteración de Gerencia de Proyectos. Cada uno de los ítems representa una o varias actividades ejecutadas por alguno de los dos trabajadores³ requeridos por esta disciplina: Gerente de Proyectos y Revisor de Proyectos.

³ En la metodología RUP se usan cuatro elementos de modelado básicos: trabajadores, artefactos, actividades y *workflows* (Kruchten, 2000). Ver también Nota 1.

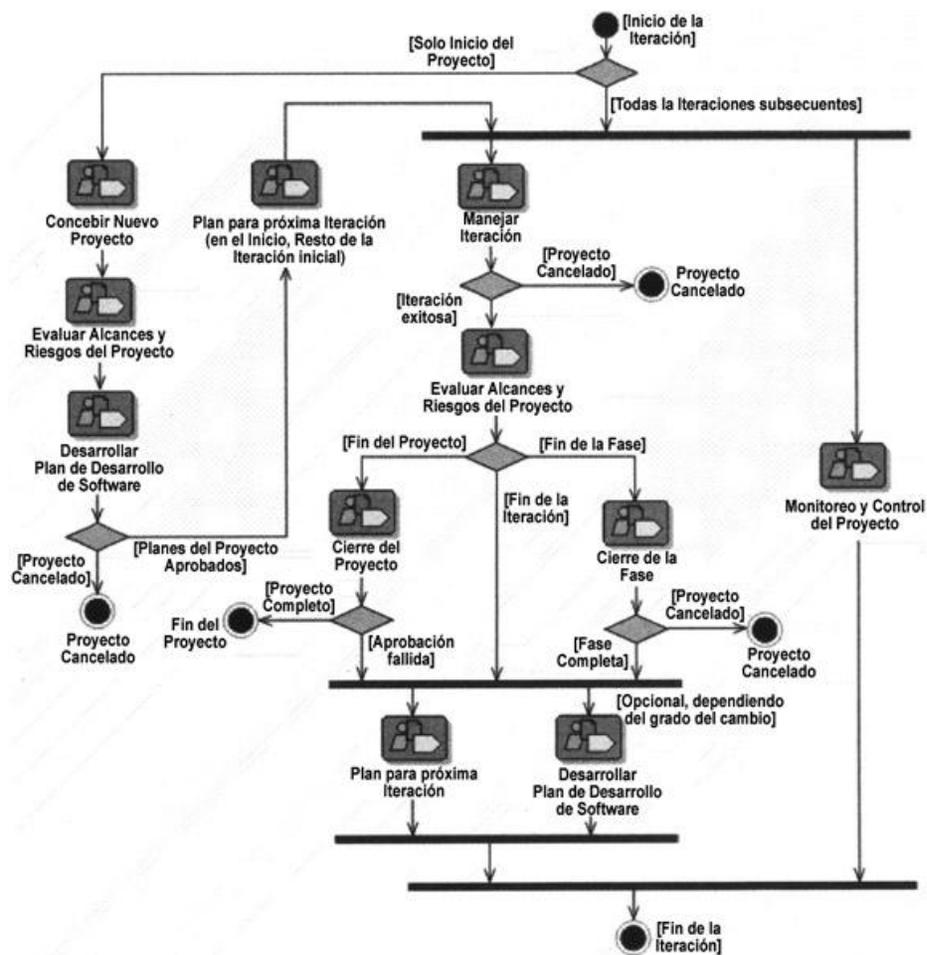


Figura 3-9 *Workflow* de Gerencia de Proyectos - RUP (Charvat, 2003)

Los objetivos hacia los cuales está orientada la Gerencia de Proyectos dentro del marco de trabajo RUP son (Kruchten, 2000):

- Suministrar un marco de trabajo para gerenciar proyectos intensamente orientados al software.
- Suministrar guías prácticas para planificar, gerenciar, ejecutar y monitorear proyectos.
- Suministrar un marco de trabajo para la Gerencia del Riesgo.

Sin embargo, este *workflow* no cubre todos los aspectos de la gerencia de proyectos. Por ejemplo, los procesos de Gestión de los Recursos Humanos, Gestión de los Costes y

Gestión de las Adquisiciones no son cubiertos por esta disciplina. RUP compensa esta situación delegando estas áreas en otras disciplinas (como Modelado del Negocio y Requerimientos) e incluso en otras estructuras de la empresa ajenas al proyecto.

RUP posee un gran nivel de detalle y de integración, al tiempo que está diseñado para ser altamente configurable y adaptable. Una consecuencia directa de esto es que requiere un cierto nivel de madurez organizacional para ser implementado, ya que exige un esfuerzo de entrenamiento, configuración, y adaptación de los procesos de la empresa.

RUP es un producto comercial, por lo que su costo de licenciamiento e implementación también debe ser tomado en cuenta al considerar su aplicación a un proyecto, especialmente la primera vez que se use.

Metodologías de Desarrollo de Software

Luego de inspeccionar algunas de las metodologías que pueden establecer un marco de trabajo para la gerencia de proyectos de desarrollo de software de diversa índole, se pudo evidenciar que aunque en algunos casos, como el de la metodología RUP, el nivel de detalle establecido por sus formuladores es tal que no hace necesario recurrir a metodologías de desarrollo adicionales de ningún tipo, en el otro extremo aproximaciones como la del CMMI-SW manejan los procesos de gerencia de proyectos solo como parte de algo más amplio, y mantienen un nivel de generalidad que obliga al gerente de proyectos a apoyarse en metodologías de desarrollo que le otorguen herramientas para manejar el nivel de detalle necesario para la conducción de su proyecto.

Es por eso que seguidamente se procederá a explorar algunas Metodologías de Desarrollo que pueden ser usadas en proyectos, y de manera similar se observará que algunas de ellas pueden ser usadas solas, o en conjunto con un marco de trabajo mucho mayor.

En este caso, uno de los factores para determinar la necesidad de usar la Metodología de Desarrollo de Software en el marco de una metodología de gerencia de proyectos más sólida es el tamaño del proyecto que se desee realizar. Por ejemplo, en el caso de proyectos muy pequeños puede ser suficiente el uso de metodologías de desarrollo rápido

de aplicaciones (como XP), sin necesidad de complementar con metodologías de gerencia centradas en la documentación y repetibilidad de los procesos; en proyectos de mucha mayor envergadura será deseable, por el contrario, minimizar riesgos mediante el respaldo del desarrollo con metodologías de gerencia de proyectos que faciliten el manejo de aspectos tales como las adquisiciones, contratos a terceros, gestión de riesgos, de recursos humanos, y en general, aspectos que escapan al ámbito del simple desarrollo de software.

Al igual que en el caso de las Metodologías de Gerencia de Proyectos, la selección de las Metodologías de Desarrollo mostradas no pretende ser exhaustiva, teniendo como objetivo dar una muestra suficientemente distribuida del horizonte esbozado por Boehm en su Espectro de Planeación (2002, Figura 3-1), y suministrar suficientes opciones para seleccionar la que se ajuste al proyecto tema de este Trabajo Especial de Grado.

Desarrollo en cascada

Los ciclos de vida en cascada, de los cuales se muestra un ejemplo en la Figura 3-2, tienen como referencia inicial un artículo publicado por Winston W. Royce en 1970 (Royce, 1970), en el que irónicamente el autor explicaba que aunque él creía en esta aproximación, esta era “riesgosa, y proclive a las fallas” (p. 329). Mas adelante en el mismo artículo, se proponía una versión del ciclo de vida en la que se reducían los riesgos mediante la introducción de una iteración en la que la mayoría de las fases del ciclo de vida se repetían luego de una fase preliminar de pruebas, con la intención de detectar fallas y admitir los cambios que seguramente surgirían en el transcurso del proyecto.

En la actualidad existen pocas metodologías formales de desarrollo de software basadas en un ciclo de vida lineal como el desarrollo en cascada, si bien el SDLC es un representante importante del mismo en el ámbito de las metodologías de gerencia de proyectos orientada hacia la ingeniería de software. Como ya se ha observado, en años tan tempranos como 1970 ya era aceptado que las aproximaciones iterativas al problema del desarrollo del software permitían atacar de manera eficiente los riesgos derivados de los cambios en los requerimientos y de los errores de diseño.

Sin embargo, el ciclo de vida en cascada está tan íntimamente ligado a la gerencia de proyectos en otras disciplinas de la ingeniería, que resulta muy intuitivo y natural pensar en él como una alternativa válida para la ingeniería de software.

En la versión final del modelo de desarrollo de Royce, se propone un ciclo de vida de doce fases (de las cuales algunas se repiten en al menos una iteración), y se establecen cinco prácticas que han servido de base para metodologías ulteriores (Royce, 1970):

- El diseño del programa es lo primero que se hace. Esta práctica establece además que el proceso de diseño debe ser hecho por diseñadores de programa (no por programadores o analistas); que debe hacerse el diseño lo más detallado posible (incluyendo cronogramas, costos, estructuras de datos e interfaces), incluso asumiendo el riesgo de incurrir en errores; y que debe escribirse un documento general de diseño que sea comprensible, informativo y actualizado, y que debe ser manejado por todo el equipo de proyectos.
- El diseño debe estar documentado. Este énfasis en la documentación es una de las características fundamentales del modelo, que establece que “la primera regla de la gerencia de [proyectos de] desarrollo de software es la atención despiadada a las necesidades de documentación” (p. 332).
- El proceso debe hacerse dos veces. Esto quiere decir que debe evitarse la liberación de un producto que no haya pasado por una serie de fases de pruebas y rediseño. En esencia, la metodología propone realizar un prototipo completamente funcional en el que puedan detectarse errores de diseño, y luego repetir algunas de las fases del ciclo de vida (análisis-diseño-producción-pruebas) para adicionar las correcciones y requerimientos nuevos o modificados.
- Planificar, controlar y monitorear las pruebas. La metodología hace hincapié en la fase de pruebas, ya que es la que involucra un mayor riesgo en términos de cronograma y presupuesto.
- Involucrar al cliente. Es importante involucrar al cliente de una manera formal que lo haga comprometerse lo más temprano posible con el proceso de desarrollo.

Desarrollo espiral

El modelo de desarrollo espiral fue diseñado durante la década de 1980 como base para el desarrollo del Sistema de Productividad de Software de TRW Inc., y presentado por Barry W. Boehm en 1988 como un refinamiento del modelo de desarrollo en cascada (Boehm, 1988).

Las características principales que persigue este modelo de desarrollo de software son: ingeniería cíclica y concurrente; determinación del proceso y del producto conducida por los riesgos; crecimiento del sistema por medio de la experimentación y elaboración conducidas por los riesgos; y disminución de los costos de desarrollo mediante la eliminación temprana de alternativas no viables y evasión del retrabajo.

Para lograr esto se plantea un modelo cíclico (Figura 3-10) en el que cada vuelta de la espiral comienza con la identificación de:

- Los objetivos de la porción del producto a ser elaborada (desempeño, funcionalidad, capacidad para absorber los cambios, etc.).
- Las alternativas de implementación para esa porción del producto (diseño A, diseño B, reciclaje, compra, etc.).
- Las restricciones impuestas a la aplicación de cada alternativa (costo, cronograma, interfaces, etc.). (Boehm, 1988, p. 65)

El paso 2 consiste en evaluar las alternativas relativas a los objetivos y restricciones. En este momento probablemente se identificarán áreas de incertidumbre que permitirán evaluar los riesgos que afectan el desarrollo subsiguiente del proyecto, por lo que el paso siguiente (tercer cuadrante del ciclo) consiste en llevar a cabo las medidas conducentes a minimizar el riesgo evaluado e identificado en el paso 2. Estas medidas pueden involucrar el desarrollo de modelos o prototipos, refinamiento de los requerimientos, validación y verificación del diseño, pruebas, y finalmente documentación definitiva e implementación.

El último (cuarto) paso de cada iteración es particularmente importante, ya que implica la revisión de los resultados de las fases previas, y la planificación de las actividades correspondientes al próximo ciclo. En esta etapa deben estar involucrados todos los factores afectados por el desarrollo, incluidos el equipo de proyectos y el cliente, y finaliza con un compromiso entre las diversas partes.

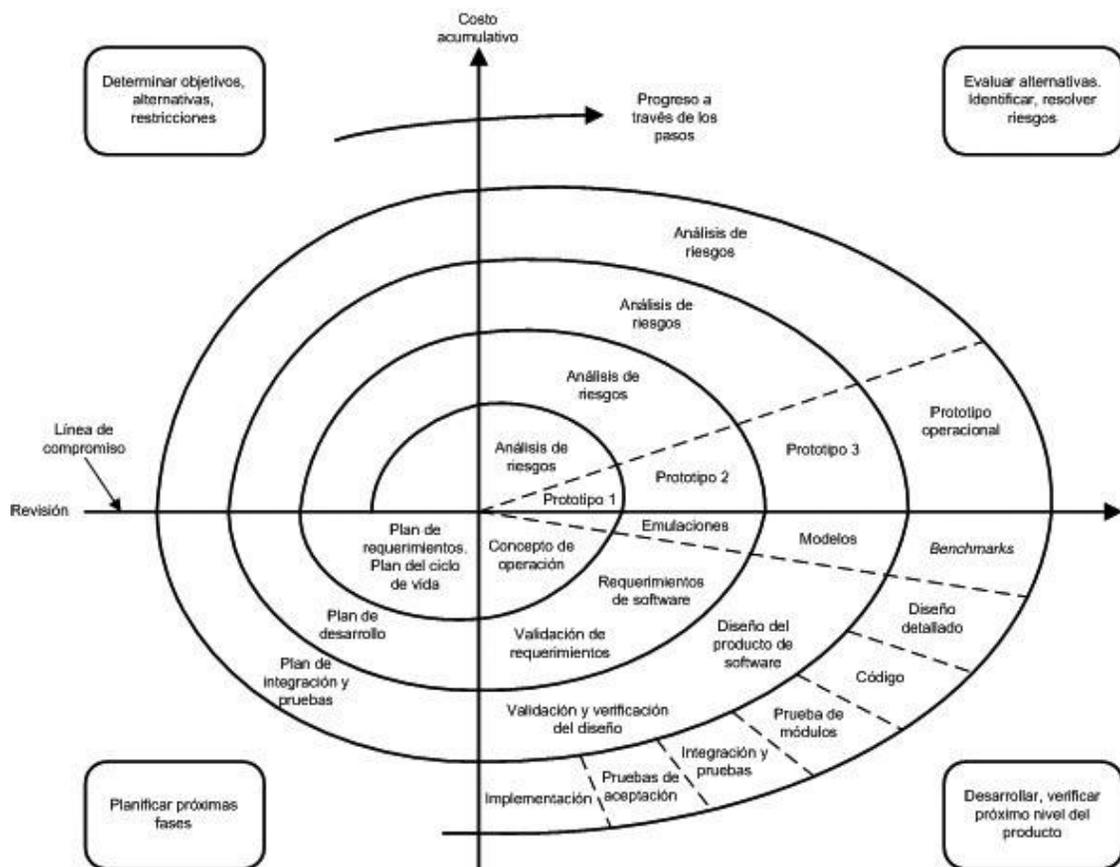


Figura 3-10 Desarrollo espiral (Boehm, 1988)

La dimensión radial de la Figura 3-10 representa el costo acumulativo en el que se incurre al ejecutar cada paso; la dimensión angular representa el progreso logrado al completar cada ciclo de la espiral.

Metodologías Ágiles

A finales de la década de 1990 se desarrollaron algunas metodologías que intentaban resolver el problema del desarrollo de software de forma más eficiente que las metodologías de gerencia de proyectos clásicas, inspiradas en ramas de la ingeniería como la mecánica y la civil. Estas metodologías, que durante un tiempo fueron conocidas como metodologías *ligeras*, hacían énfasis en la colaboración cercana entre el equipo de desarrollo y los expertos del negocio, la comunicación 'cara a cara', lanzamientos frecuentes de nuevas funcionalidades, equipos auto organizados, y formas de organizar el

trabajo de manera que los cambios en los requerimientos no resultaran en una crisis (<http://www.agilealliance.com/>).

En 2001 varios de los desarrolladores y practicantes de dichas metodologías establecieron un frente común en un simposio organizado en Snowbird, Utah, Estados Unidos. En esa reunión se asumió el nombre Ágil (*Agile*) y se redactó el *Manifiesto para el Desarrollo Ágil de Software* (o *Manifiesto Ágil*), como punto de inicio para compartir ideas y experiencias bajo un marco y unos principios comunes. El Manifiesto se transcribe en la Tabla 3-3.

<p style="text-align: center;"><i>Manifiesto para el Desarrollo Ágil de Software</i></p> <p><i>Estamos descubriendo mejores maneras de desarrollar software al hacerlo y ayudar a otros a hacerlo. A través de este trabajo hemos venido a exaltar:</i></p> <p>Individuos e interacciones <i>sobre procesos y herramientas.</i></p> <p>Software que trabaje <i>sobre documentación detallada.</i></p> <p>Colaboración con el cliente <i>sobre negociación de contratos.</i></p> <p>Respuesta al cambio <i>sobre seguimiento de planes.</i></p> <p><i>Esto significa que, mientras que los ítems de la derecha son valiosos, nosotros valoramos más los ítems de la izquierda.</i></p>
--

Tabla 3-3 Manifiesto para el Desarrollo Ágil de Software (Beck et al., 2001)

Las metodologías Ágiles son, según el site <http://www.agilealliance.com/>, las siguientes:

- *Agile Database Techniques (AD).*
- *Agile Modeling (AM).*
- *Adaptive Software Development (ASD).*
- *Crystal.*
- *Feature Driven Development (FDD).*
- *Dynamic Systems Development Method (DSDM).*
- *Lean Software Development.*
- *Scrum.*
- *Test-Driven Design (TDD).*

- *XBreed*.
- *eXtreme Programming (XP)*.

No se pretende hacer un estudio de todas ellas, ya que está fuera de los alcances del Trabajo Especial de Grado. Sin embargo, dos de las metodologías Ágiles serán tomadas en cuenta más adelante en el desarrollo de los objetivos, por lo que se describirán brevemente, a continuación.

Feature Driven Development (FDD)

El Desarrollo conducido por características (*Feature driven development, FDD*) ha sido propuesto desde el año 2000 en base al trabajo de un equipo dirigido por Meter Coad, Jeff De Luca y Stephen Palmer, y es descrito como un proceso estructurado para **diseñar** y **codificar** software, aplicable a equipos de cualquier tamaño (Abrahamsson et al., 2002).

Consiste en cinco procesos secuenciales, y suministra los métodos, técnicas y guías necesarias para que los involucrados en el proyecto puedan generar el sistema.

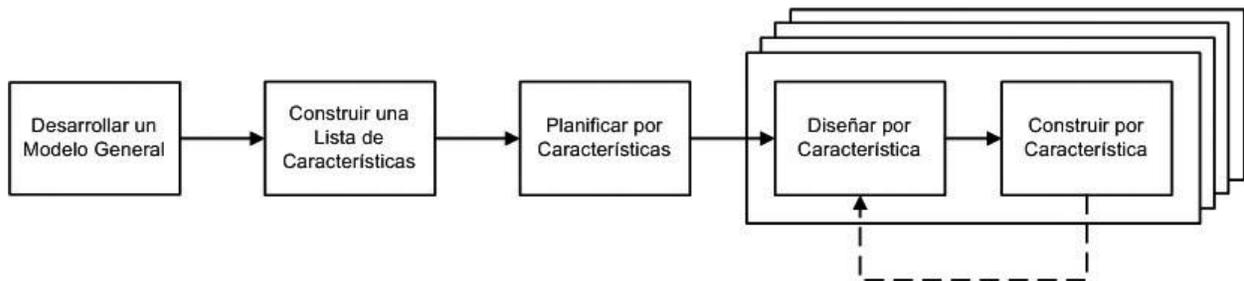


Figura 3-11 Procesos del FDD (Abrahamsson et al., 2002)

FDD es un proceso de iteraciones cortas (máximo dos semanas) y orientación al modelado. A diferencia de XP, esta metodología requiere el desarrollo temprano de un modelo orientado a objetos (OO) del sistema; el modelo puede ser posteriormente cambiado en cada iteración, pero es esencial para el proceso

De los cinco procesos, solo la parte iterativa del FDD (Diseño y Construcción por características, Figura 3-12) posee las características del desarrollo *ágil* de adaptación rápida a cambios tardíos en los requerimientos y en las necesidades del negocio.

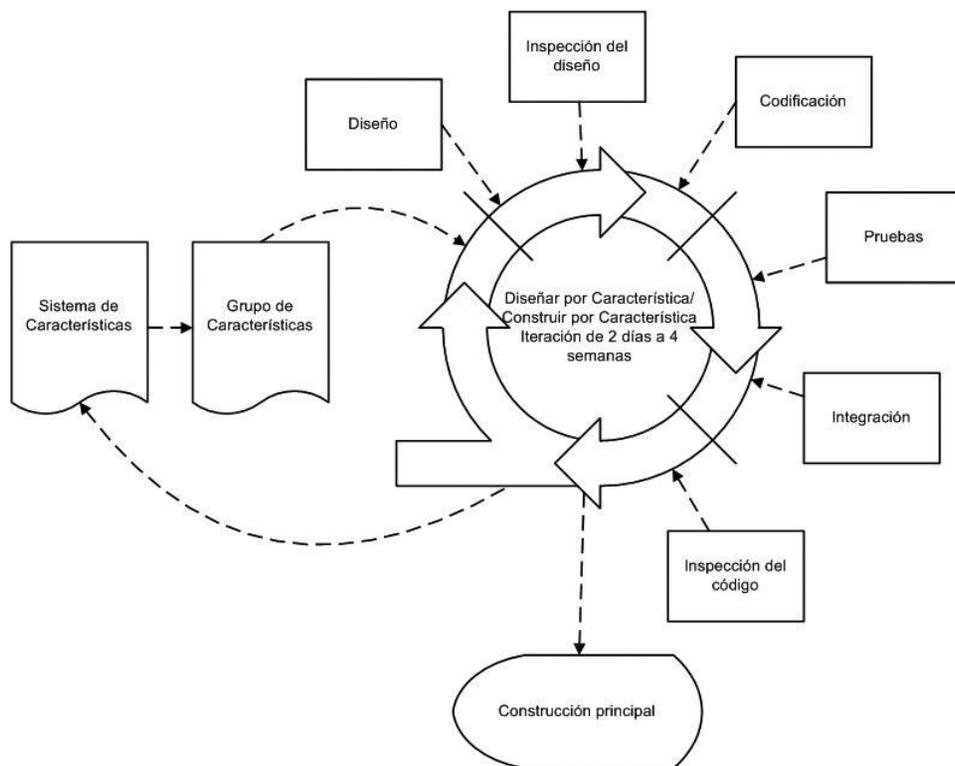


Figura 3-12 Diseño y Construcción por características, FDD (Abrahamsson et al., 2002)

FDD involucra el uso de las siguientes prácticas (Abrahamsson et al., 2002):

- Modelado orientado a objetos del dominio del problema, lo que resulta en un marco de trabajo en el que las características son posteriormente añadidas.
- Desarrollo por característica, por lo que el progreso se monitorea a través de una lista de pequeñas características (o funcionalidades) valiosas para el cliente.
- Propiedad individual del código, estableciendo la responsabilidad individual por la consistencia, desempeño e integridad conceptual de cada módulo (clase).
- Equipos por característica, pequeños y dinámicamente constituidos.
- Inspección, para la detección de defectos.
- Construcciones regulares que garanticen que siempre estará disponible un sistema ejecutable, operante y demostrable. Estas versiones regularmente generadas forman la línea de base a la que se agregarán nuevas características.

- Gerencia de la configuración, que garantiza la identificación y el seguimiento histórico de las últimas versiones de código completado.
- Reportes de progresos, basado en la totalidad del trabajo realizado, y dirigido a todos los niveles organizacionales necesarios.

El uso de prácticas como la propiedad individual del código, el énfasis en el modelado y la documentación extra (adicional al código), hace que esta metodología sea más fácil de implementar en equipos grandes, y en empresas en la que la cultura organizacional genera rechazo hacia metodologías más dinámicas y orientadas al individuo, como XP.

Extreme programming XP

La metodología XP (generalmente atribuida al trabajo de Kent Beck, Ron Jeffries, y Ward Cunningham) surge en 1999 con la intención de sistematizar algunas prácticas que han resultado efectivas al ser individualmente aplicadas al desarrollo de software de las últimas décadas (Abrahamsson et al., 2002). La idea es llevar estas prácticas *al extremo*, eliminando de paso los aspectos formales de otras metodologías que dificulten o entorpezcan el desarrollo de software de manera dinámica y abierta al cambio.

Un aspecto importante de XP como metodología es que involucra la adopción de ciertos valores por parte del equipo de proyectos. Estos valores son **simplicidad**, **comunicación**, **feedback** y **coraje**, y en conjunto constituyen los pilares de lo que debería ser el trabajo del equipo.

Establecido esto, XP “trabaja colocando a todo el equipo junto, en presencia de simples prácticas, con suficiente feedback para permitir al equipo ver dónde está parado y adaptar las prácticas a su situación específica” (<http://www.agilealliance.com/>). Muchas de estas prácticas son técnicas antiguas, tratadas y probadas, aunque a menudo olvidadas por muchos, incluyendo la mayoría de los procesos planeados. Además de resucitar estas técnicas, la XP las teje en un todo sinérgico donde cada una refuerza a las demás (Fowler, 2000).

De acuerdo con Abrahamsson et al. (2002, p. 23), las prácticas de la metodología XP son:

- Juego de planeación: Interacción cercana entre el cliente y los desarrolladores. Los desarrolladores estiman el esfuerzo necesario para la implementación de las *historias* del cliente, y el cliente decide entonces acerca del alcance y cronograma de lanzamientos [y su priorización].
- Lanzamientos cortos/pequeños. Un sistema sencillo entra en producción rápidamente (al menos una vez cada 2 o 3 meses). Nuevas versiones son liberadas si es posible diariamente, o al menos mensualmente.
- Metáforas. El sistema es definido por metáforas/sistemas de metáforas, establecidas entre el cliente y los desarrolladores. Estas 'historias' guían todo el desarrollo al describir cómo trabaja el sistema.
- Diseño simple. El énfasis es en el diseño de la solución más simple que pueda implementarse. La complejidad innecesaria y el código extra son removidos inmediatamente.
- Pruebas. El desarrollo del software es dirigido por las pruebas. Las unidades de pruebas son implementadas antes del código, y son ejecutadas continuamente. Los clientes diseñan las pruebas funcionales.
- *Refactoring*. Se reestructura el sistema para eliminar la duplicación, mejorar la comunicación [y el desempeño], simplificar y añadir flexibilidad.
- Programación en parejas. Dos desarrolladores escriben el código en una misma computadora.
- Propiedad colectiva. Cualquiera puede cambiar cualquier parte del código en cualquier momento.
- Integración continua. Una nueva sección de código es integrada al cuerpo principal del sistema tan pronto como está lista. De esta forma, el sistema es integrado y compilado varias veces al día. Todas las pruebas estarán corriendo y deberán ser pasadas por los cambios en el código para que sean aceptados.
- Semana de 40 horas. Una semana de 40 horas de trabajo máximo. No debe haber más de dos semanas consecutivas con sobre tiempo. Si esto ocurre, debe ser tratado como un problema a ser resuelto.
- Cliente en el sitio. El cliente debe estar presente y disponible para el equipo todo el tiempo.
- Estándares de codificación. Existen reglas de codificación que deben ser seguidas por los desarrolladores. La comunicación a través del código debe ser enfatizada. [XP considera el código como parte de la documentación.]

- Espacio de trabajo abierto. Se prefiere un salón grande con cubículos individuales. Las parejas de programadores deberán estar ubicadas en el centro del espacio.
- Solamente reglas. El equipo tiene sus propias reglas que deben ser seguidas, pero que pueden ser cambiadas en cualquier momento. Los cambios deben ser fijados por acuerdo, y su impacto debe ser determinado.

El ciclo de vida XP consiste en seis fases: exploración, planeación, iteraciones para lanzamiento, entrada en producción, mantenimiento, y muerte (Abrahamsson et al., 2002, Figura 3-13).

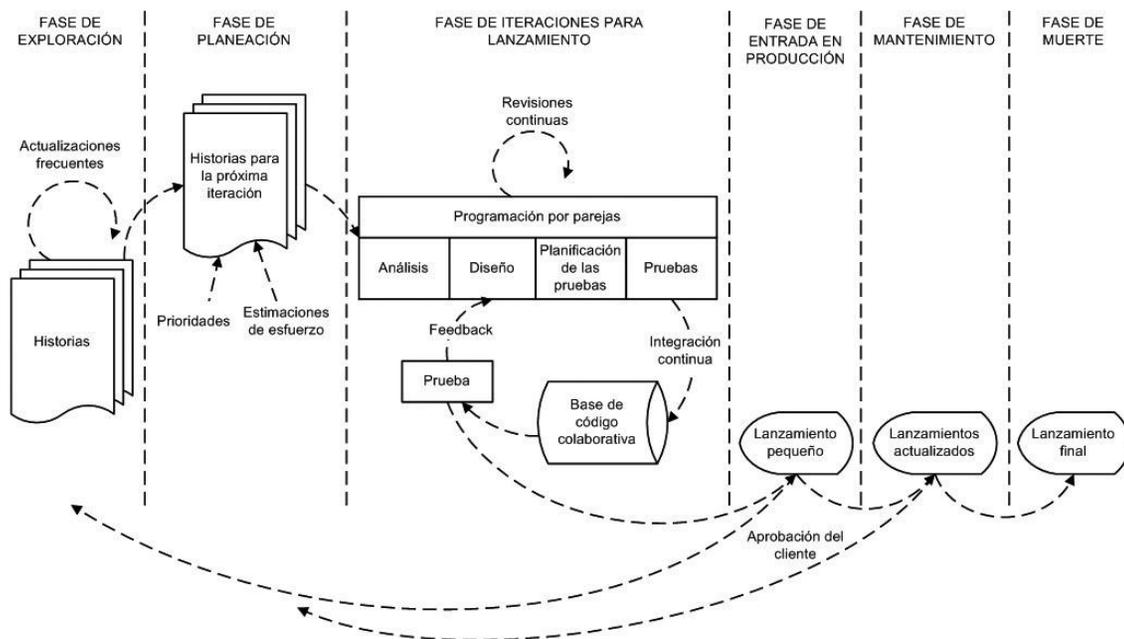


Figura 3-13 Ciclo de vida XP (Abrahamsson et al., 2002)

Todo el diseño se centra en la iteración actual y no se hace nada anticipadamente para necesidades futuras. El resultado de unir los valores y prácticas propuestos, con la estructura de fases iterativas, es un proceso de diseño que combina la disciplina con la adaptabilidad (representada por la práctica de Solamente reglas), de una manera que según ciertos autores la hace la más desarrollada entre todas las metodologías Ágiles (Fowler, 2000).

Una característica de la metodología XP que debe ser resaltada es lo dependiente que es de la responsabilidad y calidad del equipo de desarrolladores, debido a que

(contrariamente a lo que podría pensarse) requiere mucha disciplina para ejecutarse. Prácticas como la Propiedad colectiva, los Estándares de codificación, y la Integración continua, contribuyen a acrecentar el poder de decisión del equipo de desarrollo; al mismo tiempo las prácticas de diseño por Metáforas, y el Cliente en el sitio, contribuyen a acrecentar el nivel de integración del cliente. De hecho, en el corazón de la metodología está implícito un diálogo continuo y una responsabilidad compartida entre el cliente (que toma las decisiones de diseño) y los desarrolladores (que toman las decisiones técnicas). El tercer elemento de decisión, el gerente de proyectos, asume el papel de vocero y moderador y la responsabilidad de la toma de decisiones gerenciales.

Para poder ser fiel a sus prácticas, XP requiere su implementación en grupos pequeños o medianos (entre 3 y 20 personas). Para su implementación debe ser tomada en cuenta la cultura organizacional, ya que se requiere expresamente el esfuerzo cooperado de los miembros del equipo, la gerencia y los clientes para su implementación exitosa.

Un tercer factor a tomar en cuenta es que las prácticas de *Refactoring* e Integración continua no pueden ser sustentadas por todas las tecnologías de desarrollo, por lo que esto puede constituir un obstáculo para su adopción (Abrahamsson et al., 2002).

La formulación del proyecto

Es necesario a estas alturas establecer un marco referencial común que coloque en perspectiva las metodologías que conforman el abanico de opciones del que se dispondrá en el transcurso del Trabajo Especial de Grado. Esta necesidad reside en el hecho de que formalmente no se ha hecho una selección de la Metodología de Gestión de Proyectos que se empleará, pero en la declaración de los alcances se estableció explícitamente que los mismos incluirán los procesos iniciales descritos por el PMI (2004a) para el desarrollo de un proyecto:

- Acta de Constitución del Proyecto.
- Enunciado del Alcance del Proyecto.

Con el fin de validar la pertinencia de los alcances planteados, es importante establecer que dichos documentos mantendrán su vigencia independientemente de Metodología de

Gestión de Proyectos analizada, ya que existen o pueden ser mapeados a documentos equivalentes en cualquiera de las metodologías que constituyen las opciones estudiadas.

Una forma de colocar cualquier ciclo de vida de proyectos o metodología en perspectiva es emplear el modelo Clientes-Entradas-Proceso-Salidas-Consumidores (Figura 3-14), también conocido como modelo CIPOC por sus siglas en inglés (*Client, Input, Process, Output, Clients*) (Charvat, 2003).

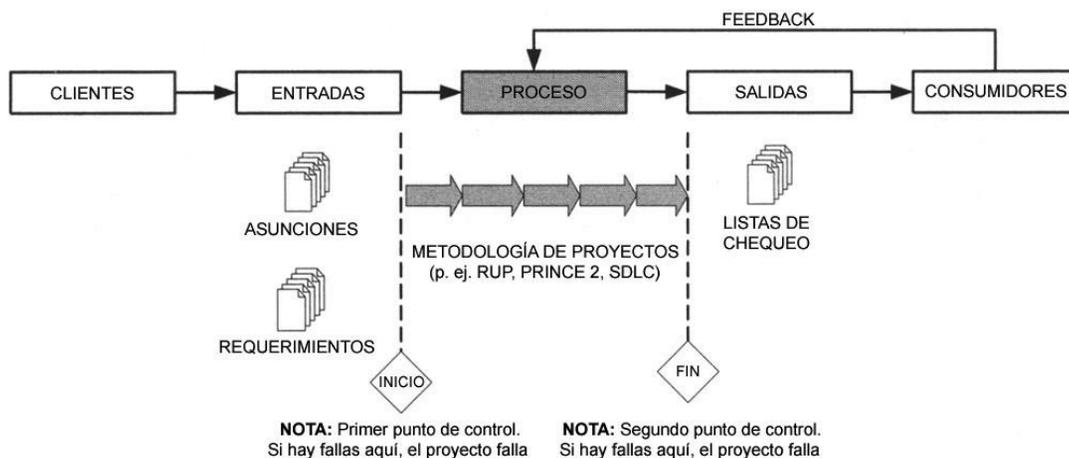


Figura 3-14 Modelo CIPOC (Charvat, 2003)

El modelo CIPOC muestra de manera muy clara una visión conceptual de alto nivel de la forma como todas las metodologías encajan, manteniendo elementos y procesos comunes e independientes de la naturaleza de la industria, compañía o proyecto involucrado.

Un *cliente* posee ciertos requerimientos para los cuales necesita encontrar una solución.

Estos pueden ser una nueva instalación petroquímica, un complejo habitacional, una campaña publicitaria, el desarrollo de un software o la adquisición de una flotilla de vehículos. No es relevante realmente cuál es la naturaleza del proyecto, así como tampoco importa la naturaleza del cliente, que puede ser interno o externo. Siempre el paso inicial de un proyecto estará dado por las necesidades insatisfechas (requerimientos) de un cliente.

Estos requerimientos se transforman en *entradas*, que de hecho servirán como puntos de inicio de cualquier metodología que se elija. Estas entradas incluyen además cualquier

asunción que deba hacerse en relación al proyecto, nuevamente de manera independiente de la metodología de proyectos que se vaya a emplear.

Ejemplo de estas asunciones lo constituyen los resultados de cualquier estudio de mercado realizado previamente, que implican que el producto podrá ser colocado a la venta; o los activos de procesos de la empresa, que llevan implícita la creencia de que hacer uso de lecciones aprendidas previamente contribuye a aminorar los factores de riesgo.

Acá existe un punto de control: si el gerente del proyecto no posee el control sobre las entradas el proyecto puede fallar, independientemente de la metodología elegida. A la vez, en este punto el gerente del proyecto posee información suficiente para abortar el proyecto, si determina que los recursos de los que dispone hacen inviable su realización; o reformular el mismo (en conjunto con el cliente), si esto es posible.

Por otra parte, este punto de control, que abarca los aspectos formales de la formulación del proyecto, constituye el punto de *inicio* de la metodología seleccionada (e incluso suministra la información necesaria para seleccionar la metodología a emplear, dado el caso).

El *proceso* subsiguiente puede ser cualquier metodología seleccionada para el diseño, construcción, prueba y despliegue de la solución, que finalizará en un segundo punto de control: la *finalización* del proyecto. En este nivel se podrá hablar del nivel de éxito del proyecto, que habrá finalizado satisfactoriamente, habrá sido reformulado o abortado.

Independientemente del mencionado resultado, y de la metodología empleada para llegar a él, el proceso habrá generado una serie de *salidas*, que incluirán las listas de chequeo del proyecto: ¿el producto se terminó?, ¿se hizo según los requerimientos?, ¿el proyecto se cumplió dentro del presupuesto, costo y calidad planificados?, ¿existen lecciones aprendidas?.

Todas estas salidas serán validadas por el cliente, y por los *consumidores* del producto generado, que en última instancia generarán la aceptación del producto terminado y de las listas de chequeo, y darán fin al proyecto. Es importante señalar sin embargo que, como

señala Charvat, “el cliente puede ser involucrado en cualquier lugar del modelo CIPOC, proveyendo fácilmente el *feedback* necesario en cada fase” (2003).

Tomando como punto de partida la premisa de que el modelo CIPOC es una representación de alto nivel de la mayoría de las metodologías de gerencia de proyectos (Charvat, 2003); y en particular de las que constituyen el abanico de opciones consideradas en el Trabajo Especial de Grado, a continuación se procederá a verificar cuáles de los procesos descritos por la metodología del PMBOK integran la fase de elaboración de las *entradas* del modelo (requerimientos y asunciones). Según el modelo CIPOC, estos procesos serán equivalentes a los de otras metodologías que correspondan a la misma fase.

Al comparar el modelo CIPOC y la Figura 3-15, en la que el PMI muestra los límites del proyecto y sus relaciones con los cinco Grupos de Procesos, la semejanza es evidente.

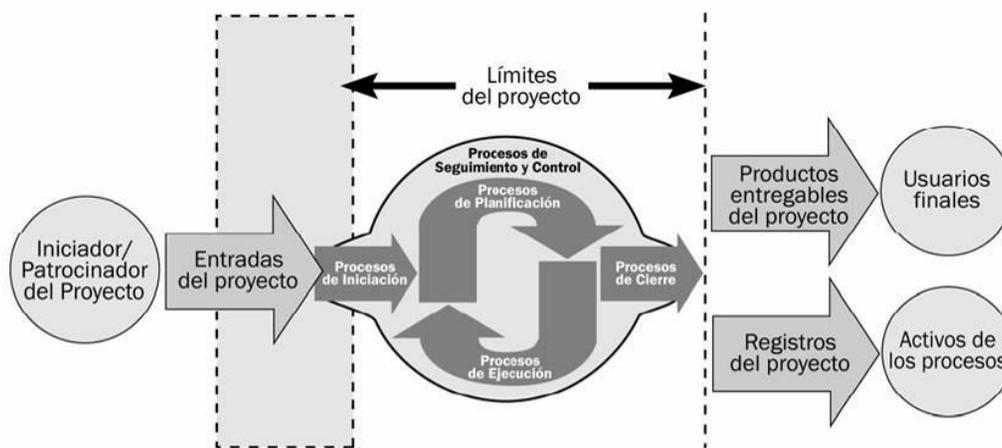


Figura 3-15 Límites del proyecto (PMI, 2004a)

El proceso comienza cuando el Iniciador/Patrocinador del Proyecto (cliente) da inicio al mismo mediante la generación de las Entradas del proyecto, insumos del Grupo de Procesos de Iniciación.

El mismo PMI (2004a) establece que “Los procesos de iniciación, por lo general, se realizan fuera del ámbito de control del proyecto por la organización o por los procesos del programa o del portafolio, lo cual puede hacer borrosos los límites del proyecto en lo que

se refiere a entradas iniciales del proyecto.” (p. 43), por lo que se evidencia que si bien los procesos de iniciación forman parte de la metodología de gerencia de proyectos (y por lo tanto son manejados por el Equipo de Proyecto, al igual que el resto de los Grupos de Procesos), al menos durante la fase inicial del proyecto estos mismos procesos son manejados por entes externos al equipo de proyectos, tal y como se describe a continuación:

Antes de comenzar con las actividades del Grupo de Procesos de Iniciación, se documentan las necesidades o requisitos de negocio de la organización. La viabilidad de la nueva empresa puede establecerse a través de un proceso de evaluación de alternativas para elegir la mejor de ellas. Se establecen descripciones claras de los objetivos del proyecto, incluidas las razones por las cuales un proyecto específico es la mejor solución alternativa para satisfacer los requisitos. La documentación de esta decisión también contiene una descripción básica del alcance del proyecto, de los productos entregables, de la duración del proyecto y un pronóstico de los recursos para el análisis de inversión de la organización. El marco conceptual del proyecto puede aclararse documentando los procesos de selección del proyecto. La relación entre el proyecto y el plan estratégico de la organización identifica las responsabilidades de dirección dentro de la organización. En los proyectos de múltiples fases, los procesos de iniciación se llevan a cabo durante fases posteriores para validar las asunciones realizadas y las decisiones tomadas durante los procesos originales. Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto y Desarrollar el Enunciado del Alcance del Proyecto Preliminar.

Además, durante el proceso de iniciación se refina la descripción del alcance inicial y los recursos que la organización está dispuesta a invertir. Si aún no hubiera sido designado, se elegirá al director del proyecto. También se documentarán las restricciones y asunciones iniciales. Esta información se refleja en el Acta de Constitución del Proyecto y, una vez aprobado, el proyecto queda oficialmente autorizado. Si bien el equipo de dirección del proyecto puede ayudar a redactar el Acta de Constitución del Proyecto, la aprobación y financiación se realizan fuera de los límites del proyecto. (p. 43)

Los cinco Grupos de Procesos integran la metodología PMI en sí, representada de manera esquemática dentro de los límites del proyecto (ver Figura 3-4), y se corresponden claramente al *proceso*, elemento central del modelo CIPOC, mientras que las *salidas* del proyecto, conformadas por los productos entregables y los registros del mismo (ver Figura 3-5), hallan su contraparte en la metodología PMI como salidas del último proceso del mismo: Cierre del Contrato (PMI, 2004a).

Una inspección de las metodologías CMMI-SW (Figura 3-6), SDLC (Figura 3-7), y RUP (Figura 3-9) permitirá observar que todas ellas poseen los elementos comunes descritos por el modelo CIPOC, al tiempo que en sus correspondientes procesos de inicio se genera una documentación (entradas) similar a la instituida por el PMI (2004a).

Específicamente, el PMI establece que los procesos iniciales de un proyecto son (2004a):

1. Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto.
2. Desarrollar el Enunciado del Alcance del Proyecto Preliminar.

Pertenecientes al Grupo de Procesos de Iniciación (Figura 3-16).

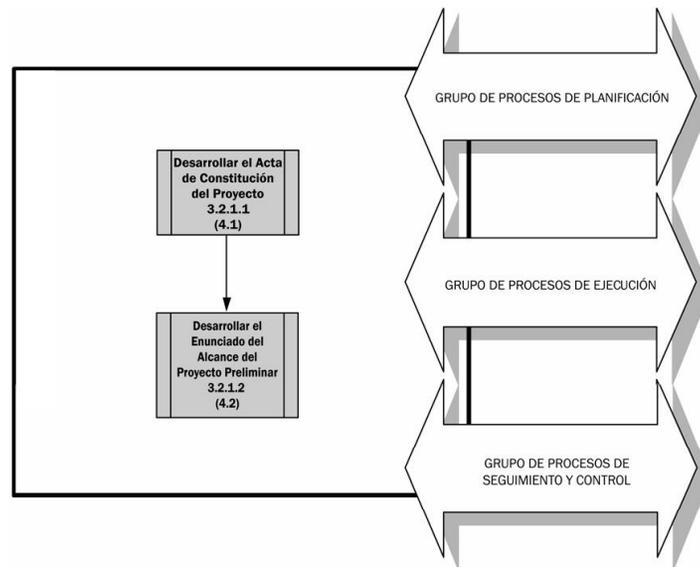


Figura 3-16 Grupo de Procesos de Iniciación (PMI, 2004a)

Los mencionados procesos están definidos de la siguiente manera (PMI, 2004a):

1. **Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto.** Este proceso se relaciona principalmente con la autorización del proyecto o, en un proyecto de múltiples fases, de una fase del proyecto. Es el proceso necesario para documentar las necesidades de negocio y el nuevo producto, servicio u otro resultado que se pretende obtener para satisfacer esos requisitos. Esta acta de constitución vincula el proyecto al trabajo continuo de la organización y autoriza el proyecto. Los proyectos son constituidos y autorizados fuera del proyecto por la organización o por un organismo de gestión de programas o del portafolio. En los proyectos de múltiples fases, este proceso se usa para validar o refinar

las decisiones tomadas durante el proceso anterior de Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto.

2. **Desarrollar el Enunciado del Alcance del Proyecto Preliminar.** Es el proceso necesario para producir una definición preliminar de alto nivel del proyecto usando el Acta de Constitución del Proyecto con otras entradas a los procesos de iniciación. Este proceso aborda y documenta los requisitos del proyecto y de los productos entregables, los requisitos de los productos, los límites del proyecto, los métodos de aceptación y el control del alcance de alto nivel. En proyectos de múltiples fases, este proceso valida o refina el alcance del proyecto para cada fase.

Estos procesos engloban el desarrollo inicial de dos documentos, cada uno de los cuales tiene una finalidad específica (PMI, 2004a):

- *Acta de Constitución del Proyecto.* Autoriza formalmente el proyecto.
- *Enunciado del Alcance del Proyecto.* Establece el trabajo que debe realizarse y los productos entregables que deben producirse.

La Figura 3-17 representa estos documentos y la relación con sus componentes.

Como se ha determinado en la sección de los alcances, los mencionados documentos serán desarrollados en el curso de la elaboración del presente Trabajo Especial de Grado, y estarán incluidos en los entregables del mismo.

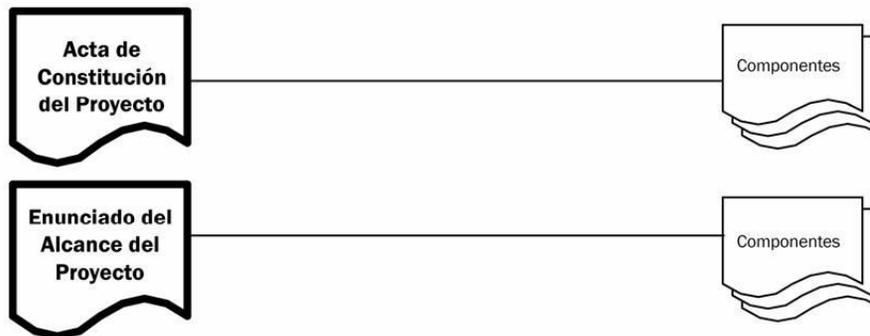


Figura 3-17 Documentos de inicio del proyecto y la relación con sus componentes (PMI, 2004a)

3.2 El sistema educativo venezolano

Normativa legal que rige a la educación en Venezuela

El 28 de julio de 1980 fue decretada la Ley Orgánica de Educación, que establece “las directrices y bases de la educación como proceso integral; determina la orientación, planificación y organización del sistema educativo y norma el funcionamiento de los servicios que tengan relación con éste.” (Ley Orgánica de Educación, 1980, Art. 1). La mencionada ley constituye obviamente la referencia fundamental a la que se debe recurrir para comprender los procesos que determinarán las restricciones, alcances y requerimientos del proyecto objeto del presente Trabajo Especial de Grado.

El sistema educativo venezolano comprende cuatro niveles: la educación preescolar, la educación básica, la educación media diversificada y profesional, y la educación superior (Reglamento General de la Ley Orgánica de Educación, 1999). La educación preescolar comienza antes de los cinco años de edad, y finaliza cuando el niño ingresa al nivel de educación básica; a los seis años el niño ingresa en la educación básica, que consiste en tres etapas con una duración de tres años cada una, para un total de nueve años. La educación media diversificada y profesional comprende la formación de bachilleres y técnicos medios, y tiene una duración no menor de dos años. La educación superior comprende la formación profesional y de postgrado.

La Ley Orgánica de Educación contempla dos tipos de planteles educativos: oficiales (o públicos) y privados. Los planteles privados, a su vez, pueden ser *inscritos* o *registrados*, siendo planteles privados inscritos “los que obtengan la inscripción en el Ministerio de Educación y Deportes y se sometan al régimen educativo que contempla esta ley, sus reglamentos y las normas emanadas de las autoridades competentes, con el fin de que sean reconocidos oficialmente los estudios en ellos realizados y a sus alumnos puedan serles otorgados los diplomas, certificados y títulos respectivos.” (Ley Orgánica de Educación, 1980, Art. 56). Cualquier instituto privado que imparta educación preescolar, educación básica, y educación media diversificada y profesional, solo podrá funcionar como plantel privado inscrito.

Los planteles registrados son aquellos que atienden exclusivamente a hijos de funcionarios diplomáticos o consulares extranjeros. A este tipo de planteles solo podrán asistir por un máximo de tres años los alumnos que habiten temporalmente en el país.

El Artículo 70 del Reglamento General de la Ley Orgánica de Educación establece las denominaciones que tendrán los planteles en función del nivel educativo que ofrezcan: *Pre-escolar, Escuela Básica, Liceo, y Escuela Técnica*, para los que impartan respectivamente educación preescolar, educación básica, educación media diversificada, y educación media profesional; cuando se atienda “total o parcialmente más de un nivel y modalidad, o la combinación de éstos” (1980, Art. 70) el plantel debe ser denominado *Unidad Educativa*.

Todos los lineamientos que rigen las actividades docentes que deben ser cumplidas dentro del año escolar están contenidos en el TÍTULO III *Del Régimen Educativo*, de la Ley Orgánica de Educación y en el TÍTULO III *Del Régimen Educativo*, del Reglamento General de la Ley Orgánica de Educación. Adicionalmente, el Despacho del Ministro de Educación y Deportes emite resoluciones que detallan aspectos relevantes, como por ejemplo la Resolución N° 266, del 20 de diciembre de 1999, que detalla el *Régimen de Evaluación para la Primera y Segunda Etapas de la Educación Básica*; y ocasionalmente las Direcciones correspondientes emiten circulares que contienen los lineamientos para atender aspectos puntuales de índole operativa, de acuerdo con el Reglamento Interno del Ministerio de Educación y Deportes (Resolución N° 181, del 14 de mayo de 2001).

Los procesos asociados al control de estudios

Hasta el año 1999, el proceso de evaluación aplicable a los niveles de educación preescolar, educación básica, y educación media diversificada y profesional, estuvo regulado, en adición a la Ley Orgánica de Educación y su Reglamento General, por la Resolución N° 337, del 04 de mayo de 1987, denominada *Regulaciones Complementarias sobre el Proceso de Evaluación en los Niveles de Educación Preescolar, Básica y Media Diversificada y Profesional*. En esta Resolución se establecían las normas complementarias relacionadas con la calificación del rendimiento estudiantil, las distintas

formas de evaluación, los órganos de evaluación, los registros de evaluación, algunas consideraciones relacionadas con la reconsideración o anulación de las evaluaciones.

A partir del 25 de mayo de 1999, en la Circular N° 0791 emitida por la Dirección General Sectorial de Programas Educativos, se da inicio la reforma del régimen de evaluación para la primera y segunda etapas de la educación básica. Esta reforma establece que la evaluación de los mencionados niveles será cualitativa, y no cuantitativa según una escala del 1 al 20, como establecía el Artículo 118 del Reglamento General de la Ley Orgánica de Educación.

Este cambio quedó formalizado con la publicación el 15 de septiembre de 1999 de la *Reforma Parcial del Reglamento General de la Ley Orgánica de Educación*; y el 20 de diciembre del mismo año con la publicación de la Resolución N° 266, *Régimen de Evaluación para la Primera y Segunda Etapas de la Educación Básica*.

La Resolución N° 337 continúa vigente para los otros niveles del sistema educativo.

En relación a los planes de estudio, los contenidos programáticos de los mismos son delimitados de manera general por los Artículos 8, 13, 22, 26, 27 y 28 del Reglamento General de la Ley Orgánica de Educación, y por las Resoluciones siguientes:

- Resolución N° 266 (20 de diciembre de 1999). Primera y Segunda Etapas de Educación Básica.
- Resolución N° 590 (03 de julio de 1987). Tercera Etapa de Educación Básica.
- Resolución N° 38 (29 de marzo de 1973). Educación Media Diversificada y Profesional, Menciones Ciencias y Humanidades.

Finalmente, a partir de 1999 el régimen de estudios vigente queda conformado en su totalidad con la introducción de la asignatura Instrucción Premilitar en los planes de estudios del primero y segundo años del nivel de educación media diversificada y profesional, durante los años escolares 1999 – 2002.

A continuación se presenta una lista de los principales lineamientos emitidos por la Dirección de Evaluación y Acreditación del Ministerio de Educación y Deportes, y que

afectan los procesos relacionados con el régimen educativo y el control académico de los estudiantes:

- Instructivo N° 01 (02 de julio de 2003). Establece los datos de identificación del plantel, del alumno y de la autoridad educativa.
- Circular N° 01 (21 de enero de 2003). Regula el uso de la Actividad Remedial, y de la Segunda Evaluación previstas en el Artículo N° 112 del Reglamento General de la Ley Orgánica de Educación (esta Circular posteriormente ha sido comentada y ratificada por la Consultoría Jurídica del Ministerio de Educación y Deportes, en el Memorando 001790 del 22 de septiembre de 2005).
- Circular N° 02 (02 de julio de 2002). Establece los lineamientos para la asignación del código DEA, para la identificación de los planteles.
- Circulares N° 03, 04, 05, 06 (02 de julio de 2003). Establecen los Formatos de Matrícula Inicial (RR-DEA-01-03), de Modificación de Matrícula (RR-DEA-02-03), de Certificación de Calificaciones (RR-DEA-03-03), y de Resumen Final del Rendimiento Estudiantil (RR-DEA-04-03), correspondientes a la Tercera Etapa del Nivel de Educación Básica y el Nivel de Educación Media Diversificada y Profesional (Régimen Regular).
- Circular N° 10 (02 de julio de 2003). Establece el Formato Hoja de Registro (DEA-05-03), con el objeto de registrar los datos de los estudiantes a los que se les otorgue un Certificado de Educación Media, un Título de Bachiller, o un Título de Técnico Medio.
- Circulares N° 11, 12, 14 (02 de julio de 2002). Establecen los procesos relacionados con las Transferencias de estudios, las Equivalencias de estudios, y el Reconocimiento de estudios y Reválida de certificados y títulos.
- Circular N° 13 (02 de julio de 2002). Establece los procesos relacionados con el otorgamiento del Certificado de Educación Media, el Título de Bachiller, o el Título de Técnico Medio.

- Circular N° 19 (02 de julio de 2002). Establece los procesos relacionados con la expedición de la Copia Certificada del Certificado de Educación Media, del Título de Bachiller, o del Título de Técnico Medio.
- Circulares N° 16, 17 (02 de julio de 2002). Establecen los procesos relacionados con los cambios en los datos de identificación de los alumnos, y las enmiendas hechas al de Resumen Final del Rendimiento Estudiantil.
- Circular N° 20 (02 de julio de 2003). Establece el Formato de Matrícula Inicial (RR-DEA-05-03), correspondiente al Nivel de Educación Preescolar, y a las 1ra y 2da Etapas del Nivel de Educación Básica (Régimen Regular). Establece también la Cédula Escolar.
- Circular N° 05 (02 de septiembre de 2004). Establece los procesos relacionados con el tratamiento de asignaturas quedadas, irregulares y pendientes.

Capítulo 4 Actores y agentes

4.1 Cliente: Colegio San Ignacio

El Colegio San Ignacio se funda en la ciudad de Caracas el 8 de enero de 1923, como una institución educativa con orientación católica, exclusiva para varones, bajo los lineamientos filosóficos de la Compañía de Jesús. Su primera promoción de bachilleres egresa en 1926.

Durante cincuenta años el colegio sufre ampliaciones en su planta física, con tres expansiones que lo llevan desde la Esquina de Mijares hasta su sede actual en el Municipio Chacao, y en las dimensiones de su comunidad educativa y estudiantil. Para este momento el colegio ya abarcaba los niveles del sistema educativo comprendidos entre el preescolar y el medio diversificado y profesional.

En el año escolar 1975-1976 el colegio pasa a ser mixto, con la admisión de 23 alumnas distribuidas entre el Kinder y el 1er año del Ciclo Diversificado, en la sección de Humanidades.

Durante un proceso gradual la proporción de jesuitas dentro de la comunidad ignaciana fue disminuyendo en relación a la población laica, al tiempo que la comunidad de padres y representantes, y de exalumnos, se configuraban en factores de peso dentro de la organización del colegio. A partir de 1982 el cargo de Director es realizado por un seglar (<http://www.sanignacio.e12.ve/>).

En la actualidad, el colegio cuenta con una población de 1.900 alumnos y 150 docentes aproximadamente (Colegio San Ignacio, 2005), y abarca los siguientes niveles educativos: Preescolar, Educación Básica de 1ro a 9no grados, y Educación Diversificada Menciones Ciencias y Humanidades, y su comunidad educativa está integrada por religiosos jesuitas, docentes, Hermanas Esclavas de Cristo Rey, alumnos y alumnas, padres y representantes, y por el personal administrativo y de servicios generales

La estructura organizativa del colegio está presentada en la Figura 4-1.

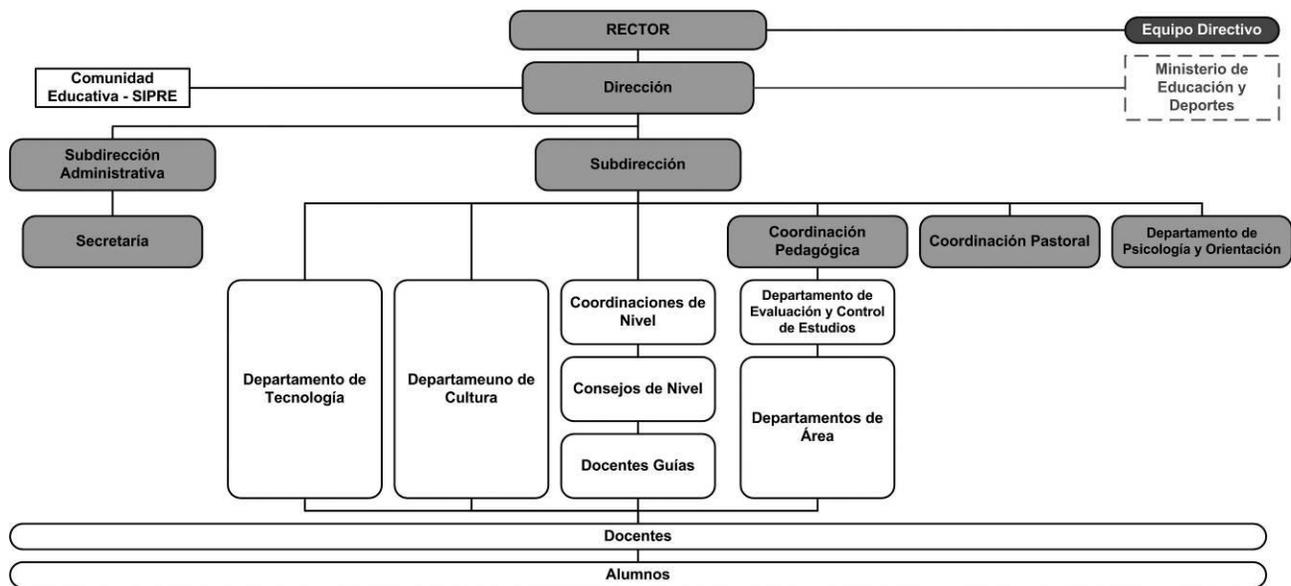


Figura 4-1 Organigrama Colegio San Ignacio

El Colegio San Ignacio está regido internamente por el *Manual de Convivencia*, documento que tiene como finalidad “coordinar y regular la actuación de su comunidad educativa en las diversas manifestaciones y ambientes propios de las relaciones escolares” (2004, p. 2). En este manual se hace explícita la *misión* del colegio:

Contribuir a la formación integral de sus alumnos para que sean personas libres, autónomas, competentes y capaces de ejercer un liderazgo al servicio de los necesitados (pobres y excluidos) como expresión de su compromiso con los Valores Cristianos y con la construcción de una sociedad más humana fraterna y justa. (p. 4)

Este documento rige la mayoría de los aspectos de la vida y actividades de la comunidad del colegio, incluyendo los Derechos y Deberes de los Alumnos, Normas de Admisión y Permanencia, Reglamento de Evaluaciones, y normas para el Personal Docente y los Padres y Representantes.

Es importante señalar que en relación a los procesos de control de estudios el Manual de Convivencia se ciñe rigurosamente a la Ley Orgánica de Educación, su Reglamento, y lineamientos emitidos por el Ministerio de Educación y Deportes.

El Colegio San Ignacio es una Unidad Educativa privada, Inscrita en el Ministerio de Educación y Deportes, con sede en la Av. Santa Teresa de Jesús, La Castellana, Municipio Chacao, en la ciudad de Caracas.

4.2 Agentes reguladores

Ministerio de Ciencia y Tecnología

El Ministerio de Ciencia y Tecnología se crea en 1999 con el objetivo de cumplir el mandato de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, que estipula en su Artículo 110 que el desarrollo científico y tecnológico es una prioridad nacional.

Según se indica en el portal del ministerio (<http://www.mct.gov.ve/>), el Ministerio de Ciencia y Tecnología tiene como Misión:

(...) conformar y mantener el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Como ente rector, coordinador y articulador del sistema, el Ministerio de Ciencia y Tecnología enfoca su esfuerzo en la vinculación de los diversos agentes e instituciones, a fin de crear y consolidar redes abiertas, flexibles y procesos de trabajo integrados y fluidos, donde el conocimiento satisfaga demandas, aporte soluciones y contribuya a dinamizar el aparato productivo venezolano, a satisfacer los requerimientos de la población y a mejorar su calidad de vida.

Como se indica en la Misión, el Ministerio de Ciencia y Tecnología es la entidad que rige los aspectos tecnológicos de la vida nacional, y en particular, es la entidad que rige desde el punto de vista legal lo relacionado con el desarrollo e industria del software, las telecomunicaciones y las Tecnologías de Información en general. Para ello hace uso de algunos instrumentos legales, siendo el principal de ellos la *Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación*.

Por su naturaleza, el Proyecto San Ignacio entra completamente dentro del ámbito de las actividades reguladas por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, por lo que el mismo se constituye evidentemente en un agente regulador que debe ser tomado en cuenta.

A continuación se muestra una lista de instrumentos que deben ser tomados en cuenta para el desarrollo de la industria del software, en general (<http://www.cavedatos.org.ve/>):

- Ley Orgánica de Telecomunicaciones

- Ley Especial contra Delitos Informáticos
- Ley sobre el Derecho de Autor
- Ley sobre Mensajes de Datos y Firmas Electrónicas

Ministerio de Educación y Deportes

El organismo responsable de orientar y supervisar la acción educativa del Estado es el Ministerio de Educación y Deportes.

Al Ministerio de Educación y Deportes le corresponde “Velar por la calidad creciente del proceso educativo en todos sus niveles y modalidades, asegurando la máxima cobertura; Garantizar el derecho irrenunciable que tiene todo ciudadano de acceder a los bienes de la cultura, el saber y la información, en condiciones de calidad para lograr la formación de hombres y mujeres cultos, sanos, creativos y críticos, comprometidos con la patria y participantes activos en la construcción de una sociedad justa; y estimular el desarrollo de la actividad deportiva.” (<http://www.me.gov.ve/>).

Para lograr este mandato, el ministerio ha enmarcado su gestión en cuatro directrices estratégicas:

- Garantizar el Acceso y Permanencia a la Educación Integral, Gratuita y de Calidad para todos.
- Garantizar el derecho de la práctica deportiva, recreativa y de calidad
- Garantizar el acceso a la realización y disfrute de la cultura como un bien irrenunciable del ciudadano
- Modernizar y adecuar la gestión a las necesidades del Sistema Educativo, a las actividades culturales y deportivas y al desarrollo social del país

Los principales instrumentos legales que sustentan el trabajo del Ministerio de Educación y Deportes son la Ley Orgánica de Educación, de fecha 28 de julio de 1980, y el Reglamento General de la Ley Orgánica de Educación, del 22 de enero de 1986 (reformado el 15 de septiembre de 1999); ambos instrumentos (al igual que otros lineamientos emitidos por el ministerio) influyen directamente en las restricciones, requerimientos y alcances del Proyecto San Ignacio.

4.3 Agentes de entorno

Business Software Alliance (BSA)

La BSA es la organización internacional más importante que promueve la creación de un marco legal sólido para los derechos de autor y la seguridad informática, al tiempo que lleva a cabo programas para la educación de usuarios de software, y “aboga por la política pública que promueve la innovación y expande las oportunidades comerciales, y combate la piratería de software” (<http://www.bsa.org/>).

Establecida en 1988, la BSA tiene programas en 80 países, y en Venezuela sus miembros incluyen a empresas importantes en el sector, tales como Adobe, Apple, Autodesk, Bentley Systems, Borland, Macromedia, McAfee, Microsoft, PTC, SolidWorks, Sybase, Symantec, The MathWorks, UGS y VERITAS Software.

Al abogar por la legalidad y por una cultura de uso del software, la BSA constituye una referencia importante en relación a los aspectos éticos del proceso de desarrollo de software, al tiempo que constituye el precursor de los sistemas legales de derecho de autor y seguridad informática.

Camara Venezolana de Empresas de Tecnologías de la Información (CAVEDATOS)

CAVEDATOS es actualmente “el representante nacional del sector privado de industria y comercio relacionado con fabricación e integración de software, hardware y redes, incluyendo consultoría en tecnologías de información, Internet y otras áreas complementarias de las comunicaciones y la informática” (<http://www.cavedatos.org.ve/>), lo que lo hace un elemento importante de entorno para el desarrollo del Trabajo Especial de Grado, ya que constituye una fuente de referencias y antecedentes utilizables en el desarrollo del proyecto.

Capítulo 5 Marco conceptual

5.1 Glosario

En el siguiente glosario se exponen algunos términos usados en el Trabajo Especial de Grado.

La selección de estos términos fue hecha en base a su relevancia para el tema de estudio incluso cuando, dado su uso común en el lenguaje, su definición podría parecer irrelevante.

La fuente primaria para este glosario fue la versión en línea del Diccionario de la Real Academia Española (<http://buscon.rae.es/diccionario/drae.htm>).

En los casos de definiciones extraídas de otras fuentes, se incluye una nota entre corchetes (por ejemplo [CMMI-SW V1.1]) al final de la definición.

En los casos en los que el término es incluido en su idioma original (debido a que es la manera común en que es usado en la industria), se incluyó la traducción al castellano como parte de la definición.

Capability maturity model integration. (Integración del modelo de capacidad y madurez)

Los modelos CMMI, desarrollados por el SEI, contienen los elementos esenciales de los procesos efectivos para uno o más cuerpos de conocimiento. El propósito del modelo CMMI es suministrar una guía para mejorar los procesos en la organización, y la capacidad de manejar el desarrollo, la adquisición, y el mantenimiento de productos o de servicios. CMMI integra aproximaciones probadas en una estructura que ayuda a la organización a valorar su madurez organizacional o la capacidad del área de procesos, para establecer las prioridades para la mejora, y para poner estas mejoras en ejecución. [CMMI-SW, V1.1, 2002].

Ciclo de vida del proyecto. Un conjunto de *fases del proyecto* que generalmente son secuenciales, cuyos nombres y números son determinados por las necesidades de *control* de la *organización* u organizaciones involucradas en el

proyecto. Un ciclo de vida puede ser documentado con una *metodología*. [Guía del PMBOK – Tercera Edición, 2004].

CMMI for software engineering. (CMMI para ingeniería de software) Modelo CMMI aplicado a la disciplina de Ingeniería de Software. [CMMI-SW, V1.1, 2002].

Gerencia de proyectos. La aplicación de *conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a actividades del proyecto* para cumplir con los requisitos del *proyecto*. También conocido como: *Administración de proyectos; Dirección de proyectos; Gerenciamiento de proyectos; o Gestión de proyectos*. [Guía del PMBOK – Tercera Edición, 2004].

Hardware. Conjunto de los componentes que integran la parte material de una computadora.

Ingeniería de Software. (1) La aplicación de un acercamiento sistemático, disciplinado y cuantificable al desarrollo, operación y mantenimiento de software. (2) El estudio de los acercamientos descritos en (1). [CMMI-SW, V1.1, 2002].

Madurez organizacional. El grado a el cual una organización tiene procesos explícitamente y consistentemente desplegados que son documentados, manejados, medidos, controlados, y continuamente mejorados. La madurez organizacional puede ser medida vía valoraciones. [CMMI-SW, V1.1, 2002].

Metodología. Un *sistema de prácticas, técnicas, procedimientos y normas* utilizado por quienes trabajan en una *disciplina*. [Guía del PMBOK – Tercera Edición, 2004].

Proceso. El conjunto de medidas y *actividades* interrelacionadas realizadas para obtener un conjunto específico de *productos, resultados o servicios*. [Guía del PMBOK – Tercera Edición, 2004].

Proceso de desarrollo de software. Es el conjunto de actividades necesarias para transformar requerimientos de usuario en un sistema de información. [Jacobson et al.]

Project management body of knowledge. (Cuerpo de conocimientos de la gerencia de proyectos) Expresión inclusiva que describe la suma de *conocimientos* de la profesión de *dirección de proyectos*. Al igual que en otras profesiones, como la abogacía, la medicina y las ciencias económicas, los fundamentos residen en los practicantes y académicos que los aplican y desarrollan. El conjunto de los fundamentos de la dirección de proyectos incluye *prácticas* tradicionales comprobadas y ampliamente utilizadas así como prácticas innovadoras emergentes para la profesión. Los fundamentos incluyen tanto material publicado como no publicado. El PMBOK evoluciona de forma constante. [Guía del PMBOK – Tercera Edición, 2004].

Proyecto. Un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un *producto, servicio o resultado* único. [Guía del PMBOK – Tercera Edición, 2004].

Sistema. Un conjunto *integrado* de *componentes* interdependientes o que interactúan regularmente, creado para alcanzar un *objetivo* definido, con relaciones definidas y continuas entre sus componentes, que al formar un todo produce y funciona mejor que la simple suma de sus componentes. Los sistemas pueden estar basados en un *proceso* físico, en un *proceso* de gestión, o lo que es más común, en una combinación de ambos. Los sistemas para la dirección de proyectos están formados por *procesos, técnicas, metodologías y herramientas de dirección de proyectos* operadas por el *equipo de dirección del proyecto*. [Guía del PMBOK – Tercera Edición, 2004].

Software. Conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas para ejecutar ciertas tareas en una computadora.

5.2 Acrónimos de uso frecuente

CIPOC Client, Input, Process, Output, Clients. / Clientes, Entradas, Proceso, Salidas, Consumidores.

CMMI Capability Maturity Model Integration. / Integración del Modelo de Capacidad y Madurez.

CMMI-SW	CMMI for Software Engineering. / CMMI para Ingeniería de Software.
DOFA	Debilidades, Oportunidades, Fortalezas, Amenazas.
FDD	Feature driven development. / Desarrollo conducido por características.
PMBOK	Project Management Body of Knowledge / Cuerpo de Conocimientos de la Gerencia de Proyectos.
PMI	Project Management Institute. / Instituto de Gerencia de Proyectos.
RUP	Rational Unified Process. / Proceso Unificado Rational.
SDLC	System Development Life Cycle. / Ciclo de Vida del Desarrollo de Sistemas.
SEI	Software Engineering Institute. / Instituto de Ingeniería de Software.
XP	eXtreme Programming. / Programación Extrema.
WBS	Work Breakdown Structure / Estructura de Desglose del Trabajo (EDT)

Capítulo 6 Desarrollo del proyecto

6.1 Estudio de las metodologías de gerencia aplicables a los proyectos de desarrollo de software

En el marco teórico asociado al Trabajo Especial de Grado se ha establecido que el uso de metodologías de proyectos es un factor importante en el éxito de una determinada estrategia de proyectos, ya que facilita el uso de las mejores prácticas existentes en la industria y de esta forma maximiza el valor de los proyectos para la organización, al brindar herramientas para la gestión de la calidad (tanto del proyecto como del producto), los costos, los riesgos, y en general, de los aspectos asociados a la Gerencia de Proyectos.

Habiendo establecido esta importancia, se procedió a realizar un estudio de las metodologías de las que se dispone, dentro de la “caja de herramientas” de la Gerencia de Proyectos. Para esto, se efectuó primero un análisis de la situación que origina la existencia de diversas opciones metodológicas, así como una descripción de algunos de los factores que condicionan la selección de una u otra, en función de las características del proyecto que se desea realizar. En línea directa con este análisis, se relacionaron las propuestas metodológicas con el caso del desarrollo de software, ya que ésta es precisamente la principal característica que define al proyecto objeto del Trabajo Especial de Grado.

Con miras a llevar a cabo la selección de la metodología de gerencia a utilizar en el Trabajo Especial de Grado, se estudiaron las metodologías presentadas en la Tabla 6-1.

Tipo	Nombre
Metodologías de Gerencia de Proyectos	PMBOK
	CMMI-SW
	SDLC
	RUP
Metodologías de Desarrollo de Software	Desarrollo en cascada
	Desarrollo espiral
	FDD
	XP

Tabla 6-1 Metodologías de gerencia aplicables a los proyectos de desarrollo de software

La elección de las metodologías estudiadas se realizó de acuerdo al criterio de hacer una cobertura amplia del Espectro de Planeación de Boehm (2002, Figura 3-1), en el que el énfasis en la planificación constituye el factor diferenciador que ubica a una determinada opción dentro de un sector del espectro.

Complementariamente fue tomado en cuenta el criterio establecido por Charvat (2003), al instituir una diferenciación entre Metodologías de Gerencia de Proyectos y Metodologías de Desarrollo de Software.

6.2 Selección de la metodología de gerencia a utilizar

El paso siguiente en la selección de la metodología de gerencia a utilizar comienza por realizar un listado de las dimensiones que serán empleadas para su caracterización. Cada una de las metodologías listadas en el apartado 6.1 será posteriormente valorada en función de dichas dimensiones, estableciéndose así el perfil correspondiente.

A continuación, los perfiles serán tabulados a fin de confrontarlos con las características correspondientes del proyecto de desarrollo de software planteado. La valoración final de los resultados obtenidos a partir de esta herramienta de análisis permitirá determinar la metodología más adecuada para el desarrollo del proyecto en cuestión.

Las dimensiones que caracterizan a cada metodología, que ya fueron enumeradas en la Tabla de operacionalización de variables (Tabla 2-2), se proponen tomando como base varios criterios.

Inicialmente se tomó en cuenta lo establecido por Charvat (2003), quien propone que existen diez *factores* esenciales que el gerente de proyectos debe tomar en cuenta como criterios de decisión cuando selecciona una metodología (Tabla 6-2).

Factor	Justificación
Presupuesto	- La metodología requiere dinero y afecta a la planificación
Tamaño del equipo	- Se requiere el número de personas a ser manejadas
Criticidad del proyecto	- La urgencia del proyecto decide la metodología
Tecnología usada	- Hardware como servidores, materiales, instalaciones o componentes eléctricos y electrónicos

Factor	Justificación
Herramientas y técnicas	- Las técnicas y herramientas deben estar disponibles
Examen de procesos existentes	- La madurez de procesos existentes influenciará el ritmo en el cual progresará el proyecto
Documentación	- La metodología necesita documentación
Entrenamiento	- Se requiere un entrenamiento efectivo para el equipo clave de soporte y los gerentes del proyecto
Mejores prácticas / Lecciones aprendidas	- Las lecciones aprendidas y las mejores prácticas deberían estar disponibles
Software	- La metodología requiere el uso de un software como parte de su diseño

Tabla 6-2 Requerimientos para selección de Metodologías (Charvat, 2003)

Por su parte, Gambardini y Campos (2004) proponen un modelo de selección de metodologías basado en cinco factores: *tamaño*, *criticidad*, *dinamismo*, *personal* y *cultura*.

Finalmente, siendo consistentes con el estudio de la gerencia de proyectos desde la óptica del PMI, se consideró adecuado complementar y adaptar las características planteadas haciendo uso de las nueve Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos del PMBOK (PMI, 2004a). El resultado de este proceso se observa en la Tabla 6-3.

Características	Área de Conocimiento								
	Integración	Alcance	Tiempo	Recursos Humanos	Calidad	Costes	Comunicaciones	Riesgos	Adquisiciones
Criticidad									
Presupuesto y duración									
Tamaño del equipo									
Dinamismo									
Procesos existentes y cultura									
Tecnología									
Herramientas y técnicas									
Tipo y nivel de detalle									

Tabla 6-3 Características de las metodologías vs. Áreas de conocimiento

A continuación se presenta una descripción más detallada de cada una de las dimensiones (características) que serán consideradas:

- **Criticidad:** “Cualquier proyecto crítico con una fecha objetivo del tipo ‘debe entregarse’ necesita tener el tipo correcto de metodología. El proyecto puede requerir recursos adicionales para finalizar en la fecha requerida. Si la metodología es muy ligera, el gerente del proyecto perderá el control; con una muy pesada y formal, él o ella hará que el avance sea inaceptablemente lento. La experiencia y aptitudes del gerente de proyectos puede ayudar a seleccionar la mejor aproximación.” (Charvat, 2003). “Naturaleza del daño ocasionado por defectos no detectados. Una posible clasificación cualitativa es la pérdida de confort, pérdida de dinero discrecional, pérdida de dinero fundamental para la compañía, daños a la salud, pérdida de vidas.” (Cockburn, 2000, c.p. Gambardini y Campos, 2004).
- **Presupuesto y duración:** La posibilidad de ceñirse a un presupuesto o cronograma preestablecidos está fuertemente influida por la metodología seleccionada; de la misma forma, las estimaciones de tiempo y costo que se realicen durante la planificación de un proyecto dependen directamente de la metodología que se vaya a utilizar. Esta relación es clave: por ejemplo, si se tiene un mandante que indica que el proyecto debe finalizarse dentro de un período de seis meses, ‘sin importar lo que cueste’, la selección de una metodología pesada⁴, posiblemente no logrará el objetivo porque los resultados sólo serán visibles cerca del fin del proyecto. Una metodología ágil, ligera, puede ser una opción más apropiada porque muchas de estas metodologías son realizadas en base a

⁴ De la misma forma que Boehm en su Espectro de Planeación (2002), Chavrat (2003) utiliza la diferenciación entre metodologías *pesadas* y *ligeras* como una forma de expresar el énfasis en la planificación:

Contrariamente a las metodologías pesadas, las metodologías de proyectos ligeras solo tienen algunas pocas reglas, prácticas, y documentos. Los proyectos son diseñados y construidos mediante discusiones, reuniones, y flujo de información hacia los clientes, llevados a cabo ‘cara a cara’. La diferencia inmediata del uso de metodologías ligeras es que ellas están mucho menos orientadas hacia la documentación [pero sustancialmente más orientadas hacia el manejo de los cambios]. (...) Como las tecnologías se hacen cada día más complejas e integradas (encarando muchos problemas de diseño y desarrollo), las metodologías pesadas pueden a veces ser la mejor opción, especialmente cuando múltiples equipos trabajan en múltiples ubicaciones, y cuando es necesario un control y formalización más estricto de las partes claves del proyecto.

iteraciones, y presupuestadas de acuerdo a ello. Si la iteración resulta exitosa, los fondos para el próximo lanzamiento son aprobados y el trabajo continúa; si hay desviaciones importantes, pueden tomarse acciones correctivas rápidamente, o tomarse la decisión de suspender el trabajo sin incurrir en gastos adicionales.

- **Tamaño del equipo:** Las líneas de comunicación se hacen mucho más complejas a medida que crece el tamaño del equipo, lo que hace necesario un modelo más disciplinado y coordinado. Las metodologías son directamente proporcionales al tamaño del equipo: metodologías ligeras funcionan con equipos pequeños y los equipos grandes trabajan mejor con metodologías pesadas.
- **Dinamismo:** “Velocidad con la que se producen cambios en los requerimientos. Los cambios de contexto (...) [son considerados] desde el punto de vista de cambios de requerimientos. Este factor no afecta negativamente a [las metodologías ligeras], que pueden ser efectivas tanto con velocidades de cambio altas como bajas.” (Gambardini y Campos, 2004).
- **Procesos existentes y cultura:** En cualquier compañía, la madurez y facilidad de uso de los procesos de proyectos existentes influenciará grandemente a la metodología. Si los procesos no están diseñados de forma flexible, puede ser imposible la selección de una metodología distinta de la ‘estándar’, independientemente de la naturaleza del proyecto. Otra característica reflejada por esta dimensión es el nivel de *ceremonia* de la metodología (o de los procesos de la empresa): requerimientos de documentación, grado de control y de formalidad en las comunicaciones.
- **Tecnología:** La tecnología usada en el proyecto afecta el tipo y la dirección de la metodología seleccionada. Por ejemplo, la tecnología de desarrollo (en Ingeniería de Software) o de fabricación (en Ingeniería Mecánica) pueden no admitir metodologías iterativas o con fases en paralelo, respectivamente. Adicionalmente, una determinada metodología puede exigir el uso de una tecnología específica, como un software, lo que retardará el progreso en caso de que no sea familiar al equipo de proyectos (este factor también afectará al presupuesto). Hoy en día, en

muchos proyectos la simulación y prueba de nuevas tecnologías son de hecho consideradas como una fase de la metodología.

- **Herramientas y técnicas:** Relacionada con la anterior, esta dimensión refleja el hecho de que algunas metodologías de proyectos requieren más herramientas y técnicas que otras. Por ejemplo, algunas requieren bases de datos, herramientas de modelado visual, y herramientas o técnicas de manejo de proyectos, lo que determina las características y calificaciones necesarias por parte del equipo y gerente de proyectos; otras metodologías son mucho menos exigentes en este sentido. Por ejemplo, el empleo de determinadas técnicas de desarrollo de software (como la integración continua usada por XP) puede resultar imposible con desarrolladores con un nivel de experiencia bajo (Junior), o puede requerir un período de entrenamiento por parte del equipo.
- **Tipo y nivel de detalle:** Luego de inspeccionar algunas de las Metodologías de Gerencia de Proyectos, se ha hecho evidente que algunas de ellas poseen el grado de detalle necesario para que un proyecto pueda ser conducido por ellas en toda su extensión, mientras que otras requieren de un refinamiento de sus procesos mediante el uso de alguna otra metodología, de levantamiento de requerimientos o de desarrollo de software, por ejemplo; complementariamente, fueron inspeccionadas algunas Metodologías de Desarrollo de Software que pueden resultar suficientes para el desarrollo de proyectos pequeños.

En la Tabla 6-4 (continuada en la Tabla 6-5) puede apreciarse la caracterización hecha para cada metodología en función de estas ocho dimensiones; mientras que en la Tabla 6-6 se observa la caracterización del Proyecto San Ignacio en función de las mismas dimensiones⁵.

⁵ Ver en Tabla Anexo A-1 Indicadores de la Variable *Características de las metodologías y del Proyecto*, el listado de los posibles valores que puede asumir cada uno de los indicadores asociados a estas ocho características.

Nombre	Criticidad	Presupuesto y duración	Tamaño del equipo	Dinamismo
PMBOK	I1= Cualquiera	I1= Bajo I2= Rígido-Flexible I3= Cualquiera I4= Rígida-Flexible	I1= Cualquiera	I1= Cualquiera
CMMI-SW	I1= Cualquiera	I1= Medio I2= Rígido-Flexible I3= Cualquiera I4= Rígida-Flexible	I1= Cualquiera	I1= Cualquiera
SDLC	I1= C-D-E	I1= Medio I2= Rígido-Flexible I3= Cualquiera I4= Rígida-Flexible	I1= Pequeño-Mediano-Grande-Muy Grande	I1= Estático-Bajo-Medio
RUP	I1= Cualquiera	I1= Alto I2= Rígido-Flexible I3= Cualquiera I4= Rígida-Flexible	I1= Pequeño-Mediano-Grande-Muy Grande	I1= Cualquiera
Desarrollo en cascada	I1= C-D	I1= Bajo I2= Rígido-Flexible I3= Cualquiera I4= Rígida-Flexible	I1= Cualquiera	I1= Estático-Bajo
Desarrollo espiral	I1= C-D-E	I1= Bajo I2= Rígido-Flexible I3= Cualquiera I4= Cualquiera	I1= Pequeño-Mediano-Grande-Muy Grande	I1= Estático-Bajo-Medio-Alto
FDD	I1= C-D-E	I1= Bajo I2= Flexible-Abierto I3= Baja-Media I4= Flexible-Abierta	I1= Muy Pequeño-Pequeño-Mediano	I1= Estático-Bajo-Medio-Alto
XP	I1= C-D	I1= Bajo I2= Flexible-Abierto I3= Baja I4= Flexible-Abierta	I1= Muy Pequeño-Pequeño	I1= Cualquiera

Tabla 6-4 Características de las metodologías de gerencia

Nombre	Procesos existentes y cultura	Tecnología	Herramientas y técnicas	Tipo y nivel de detalle
PMBOK	I1= Medio Alto-Formal I2= Adaptable	I1= No I2= Adaptable	I1= N/A (Admite el uso de cualquier <i>Buena Práctica</i> reconocida por la industria) I2= Junior-Mixto-Senior	I1= GP I2= General
CMMI-SW	I1= Formal I2= Rígida	I1= No. Procesos registrados requeridos solo para Certificación I2= Adaptable	I1= N/A I2= Junior-Mixto-Senior	I1= GP I2= Muy General
SDLC	I1= Medio Alto-Formal I2= Adaptable	I1= No. Procesos registrados dependiendo de Met. SDLC seleccionada I2= Rígida	I1= Dependen de la implementación. Hace uso de las prácticas del Desarrollo en cascada I2= Junior-Mixto	I1= Mixta I2= Detallado
RUP	I1= Formal I2= Rígida	I1= Software, Hardware, Procesos registrados I2= Rígida	I1= Ver prácticas en Apartado 3.1 I2= Junior-Mixto-Senior	I1= Mixta I2= Detallado
Desarrollo en cascada	I1= Formal I2= Adaptable	I1= No I2= Adaptable	I1= Ver prácticas en Apartado 3.1 I2= Junior-Mixto	I1= DS I2= General
Desarrollo espiral	I1= Medio Alto-Formal I2= Adaptable	I1= No I2= Adaptable	I1= = Ver prácticas en Apartado 3.1 I2= Junior-Mixto-Senior	I1= DS I2= General
FDD	I1= Medio Bajo-Medio Alto I2= Rígida	I1= Software (Plataforma de desarrollo, Bases de Datos y Conectividad) I2= Adaptable	I1= Ver prácticas en Apartado 3.1 I2= Mixto-Senior	I1= DS I2= Medio
XP	I1= Informal I2= Rígida	I1= Software (Plataforma de desarrollo, Bases de Datos y Conectividad) I2= Rígida	I1= Ver prácticas en Apartado 3.1 I2= Senior	I1= DS (Puede considerarse Mixta para proyectos Pequeños) I2= Detallado

Tabla 6-5 Características de las metodologías de gerencia (continuación)

Nombre	Criticidad del proyecto	Presupuesto y duración	Tamaño del equipo	Dinamismo
Proyecto San Ignacio	I1= D	I1= Bajo I2= Flexible I3= Baja I4= Flexible	I1= Muy Pequeño	I1= Medio
Nombre	Procesos existentes y cultura	Tecnología	Herramientas y técnicas	Tipo y nivel de detalle
Proyecto San Ignacio	I1= Medio Alto I2= N/A (Equipo de proyectos no posee procesos definidos)	I1= No o Software I2= N/A (Equipo de proyectos no posee tecnología definida)	I1= N/A (Herramientas y técnicas pueden ser adoptadas por Equipo de proyectos) I2= Mixto	I1= Mixta o GP+DS I2= Medio o Detallado

Tabla 6-6 Características del Proyecto San Ignacio

Más adelante, en el apartado 7.1, se mostrará el resultado de confrontar las características únicas del proyecto objeto del estudio (Proyecto San Ignacio) con las opciones que pueden ser cubiertas por cada metodología, lo que permitirá identificar las opciones metodológicas viables en este caso. Con esto como base, se realizará la selección final de la metodología de gerencia a utilizar.

6.3 Identificación de los requerimientos de los clientes

Para poder identificar los requerimientos del proyecto se procederá según lo estipulado en Marco metodológico, empezando por un análisis de la normativa legal que rige los procesos relacionados con el control de estudios de la institución en estudio, Colegio San Ignacio de Loyola. Una vez realizada una revisión documental del tema, se determinará un listado preliminar de leyes, normas y lineamientos que constituirán el conjunto inicial de requerimientos.

Acto seguido, se elaborará un formato de levantamiento de requerimientos, con estructura tabular, en el cual serán vaciados los requerimientos preliminares antes mencionados. Con este formato como herramienta guía, se procederá a entrevistar al personal designado como vocero del colegio objeto del estudio, cliente potencial del proyecto.

Como pudo apreciarse en el Marco teórico, los procesos asociados al control de estudios están contemplados de manera general en la Ley Orgánica de Educación y en su Reglamento General. El carácter de obligatoriedad de estos documentos implica que los

procesos descritos en los mismos sean considerados directamente como requerimientos del proyecto; al tiempo que las regulaciones establecidas en ellos deberán ser consideradas restricciones.

El mismo argumento es válido para admitir como requerimientos las Resoluciones, Instructivos, y Circulares emitidos por el Ministerio de Educación y Deportes, y que resultan relevantes al régimen educativo y el control académico de los estudiantes. Es decir, a los procesos de Control de Estudios.

La dimensión *Identificación de los Requerimientos*, asociada a los Requerimientos de los Clientes (ver Tabla 2-2), indica que los mismos pueden provenir de una de cuatro fuentes:

- Requerimientos asociados a procesos de origen legal. Estos ya fueron identificados de manera preliminar a partir del análisis documental.
- Requerimientos asociados a procesos internos del cliente. Estos requerimientos deberán ser obtenidos mediante entrevista al cliente.
- Requerimientos no asociados a procesos (estéticos, técnicos, estructurales). Estos requerimientos, al no estar asociados a procesos, pueden ser determinados por el equipo de proyectos, una vez constituido éste; sin embargo, también podría existir alguno que sea requerido por el cliente, por lo que deben ser considerados en la mencionada entrevista.
- Requerimientos emergentes (no identificados). Estos requerimientos, por definición, surgirán durante el desarrollo del proyecto.

Esta caracterización establece una suerte de agrupamiento en el conjunto de requerimientos del proyecto, por lo que el mismo criterio de agrupamiento será conservado en el diseño de la Tabla de Requerimientos. El resto de los indicadores, asociados al Grado de Definición de los Requerimientos, y a la Valoración de los mismos, permitirán completar el proceso de caracterización de los Requerimientos de los clientes.

A continuación se muestra el diseño final de la Tabla de Requerimientos (Tabla 6-7)⁶:

	Identificación		Grado de Definición				Valoración			
	Nombre	Descripción	I1	I2	I3	I4	I1	I2	I3	I4
Requerimientos asociados a procesos de origen legal.										
Requerimientos asociados a procesos internos del cliente.										
Requerimientos no asociados a procesos.										
Requerimientos emergentes (no identificados).										
Fecha:										
Cliente:										
Equipo de Proyecto:										

Tabla 6-7 Tabla de Requerimientos

⁶ Ver en Tabla Anexo A-2 y Tabla Anexo A-3 el listado de los posibles valores que puede asumir cada uno de los indicadores asociados a los Requerimientos de los clientes.

En ella, cada línea representa un requerimiento evaluado por los clientes (Colegio San Ignacio), aunque el mismo posteriormente no sea incluido en el alcance preliminar del proyecto.

Los requerimientos obtenidos serán sometidos a un proceso de valoración y posterior ordenamiento, lo que servirá como guía al momento de evaluar su inclusión o no en el proyecto. Al mismo tiempo, este ordenamiento será insumo fundamental para la determinación la secuencia en la que serán desarrollados cada uno de los elementos del sistema, de acuerdo con la metodología que se seleccione; y a la vez, se darán los pasos iniciales para el manejo de los riesgos⁷.

Para lograr esto se determinará un índice único de valoración, que integre de manera ponderada las valoraciones obtenidas de cada una de las fuentes consultadas (Personal Directivo, Personal Administrativo, Aspectos Legales, Aspectos Técnicos). Tomando en cuenta la fase de definición en la que se encuentra el proyecto, y de acuerdo a un orden de precedencia acordado con el cliente, se optó por asignar linealmente el peso a cada fuente, (ver Figura 6-1):

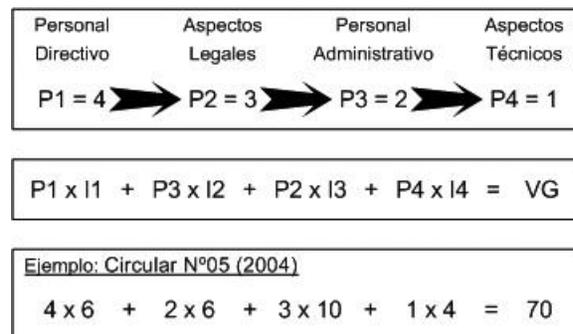


Figura 6-1 Obtención de la Valoración General de Requerimientos

⁷ Al imponer un ordenamiento estricto a los requerimientos, acompañado de una posterior expresión de su liberación en términos probabilísticas, es posible elaborar un modelo de la probabilidad de completar un determinado requerimiento dentro de un tiempo estipulado (De Marco y Lister, 2003). Este criterio será particularmente útil e caso de que la fecha de culminación del proyecto sea impuesta y altamente restrictiva.

Tomando en cuenta que las valoraciones individuales están en una escala del 0 al 10, ello implica que VG (la valoración general del requerimiento) podrá asumir valores entre 0 y 100.

Seguidamente, se tomará en cuenta el grado de definición de cada requerimiento, siguiendo el criterio de que los requerimientos más definidos podrán ser atendidos de manera más pronta por el equipo de desarrollo. Se introdujo entonces un factor de corrección, mostrado en la Figura 6-2:

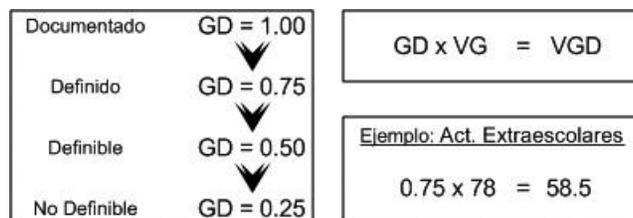


Figura 6-2 Obtención de la Valoración Modificada por el Grado de Definición

6.4 Determinación de los alcances del proyecto

La delimitación y priorización de los requerimientos del proyecto no es suficiente para la descripción del alcance del mismo, ya que todavía no se han tomado en cuenta factores como el tiempo y el presupuesto disponibles para su realización, y que podrían ser restricciones determinantes para que algunas de las características deseadas por el cliente (o por el equipo de proyectos) sea dejada fuera del alcance.

Para la determinación del alcance preliminar del proyecto se trabajará en varios niveles:

- En primer lugar se realizará un análisis del proyecto desde un punto de vista estratégico, mediante una herramienta de tipo diagnóstico como lo es la matriz DOFA. La idea es alinear los alcances del proyecto con los objetivos estratégicos del cliente, al tiempo que se validará la información obtenida en el análisis documental del problema, y en la entrevista de recopilación de requerimientos y restricciones.
- Posteriormente, se tabularán las restricciones del proyecto, en un proceso de entrevista similar al seguido durante la obtención de los requerimientos. Esto será

efectuado en una reunión conjunta entre el cliente y el gerente del proyecto, e incluirá las dimensiones *Tiempo*, *Costo* y *Calidad* (ver Tabla 6-8).

Restricciones del proyecto						
Tiempo						
Fecha inicio		Fecha fin		Duración		
Costo						
Especificaciones de costo total hechas por el cliente				Min.		Máx.
CE 1		CE 2		CE 3		Costo estimado total
Calidad						
EC Cliente		EC Empresa		EC Legal		
Fecha:						
Cliente:						
Equipo de Proyecto:						

Tabla 6-8 Tabla de Restricciones

El resultado de este proceso, integrado a la lista priorizada de requerimientos, será el insumo para generar un listado de los alcances del proyecto que incluya una medida de su factibilidad de realización (de acuerdo con la metodología seleccionada), y un acuerdo de inclusión de los mismos dentro del proyecto (Tabla 6-9)⁸.

Nombre	Identificación		Factibilidad de cumplimiento			
	Descripción	Acuerdo de inclusión	I1	I2	Factores éticos	Otros factores
Fecha:						
Cliente:						
Equipo de Proyecto:						

Tabla 6-9 Tabla de Alcances

⁸ Ver Tabla Anexo A-4 Indicadores de la Variable *Alcances del proyecto*.

Al igual que en el caso de los requerimientos, mas adelante (apartado 7.3) se presentarán los resultados del llenado y revisión de la Tabla 6-8, de la Tabla 6-9, y del análisis DOFA realizado sobre el Proyecto San Ignacio.

6.5 Desarrollo de los procesos de iniciación del proyecto

Acta de Constitución del Proyecto

El Acta de Constitución del Proyecto es el documento que autoriza formalmente un proyecto (PMI, 2004a), por lo tanto debe ser realizado con el mayor grado de formalidad y de detalle posible, sin perder de vista que no constituye un documento *técnico*, sino mas bien un documento *ejecutivo*.

El acta de constitución del proyecto confiere al gerente del proyecto la autoridad para utilizar los recursos de la organización con los fines de la realización del proyecto, por lo que este es probablemente el punto óptimo para su nombramiento. A este respecto, el PMI indica que “el director del proyecto siempre debe ser nombrado antes del inicio de la planificación y, preferentemente, mientras se desarrolla el acta de constitución del proyecto” (2004a, p. 81).

Según la misma fuente, el acta de constitución del proyecto debe ser emitida por un “iniciador o patrocinador, externo a la organización del proyecto, a un nivel apropiado para la financiación del proyecto” (p. 81). Esto no indica sin embargo que la misma deba ser elaborada por el cliente, iniciador o patrocinador, solo que al momento de su emisión debe estar respaldada por el nivel de autoridad necesario.

Desarrollar el acta de constitución del proyecto involucra principalmente la documentación de las necesidades que motivan el proyecto, su justificación, la comprensión de los requisitos del cliente, y las características que podrán esperarse del producto o servicio resultante del proyecto. Debe contener, ya sea de forma directa o referencial, la información siguiente (PMI, 2004a, p. 82):

- Requisitos que satisfacen las necesidades, deseos y expectativas del cliente, el patrocinador y demás interesados.
- Necesidades de negocio, descripción a alto nivel del proyecto o requisitos del producto que el proyecto debe abordar.

- Finalidad o justificación del proyecto.
- Director del Proyecto nombrado y nivel de autoridad.
- Resumen del cronograma de hitos.
- Influencias de los interesados.
- Organizaciones funcionales y su participación.
- Asunciones de la organización, ambientales y externas.
- Restricciones de la organización, ambientales y externas.
- Oportunidades de negocio que justifiquen el proyecto, incluido el retorno sobre la inversión.
- Presupuesto resumido.

Estos son precisamente los indicadores que deberán ser recopilados a partir del trabajo previo de levantamiento de requerimientos y alcances, así como de selección de metodología de gerencia (o dirección) de proyectos. Efectivamente, a lo largo del Trabajo Especial de Grado, se he hecho referencia a parte de la información listada en el párrafo anterior, siendo entonces este el momento adecuado para sistematizarla.

La Figura 6-3 representa el desarrollo del Acta de Constitución del Proyecto como un proceso, mostrando sus entradas, las herramientas y técnicas empleadas y la correspondiente salida:

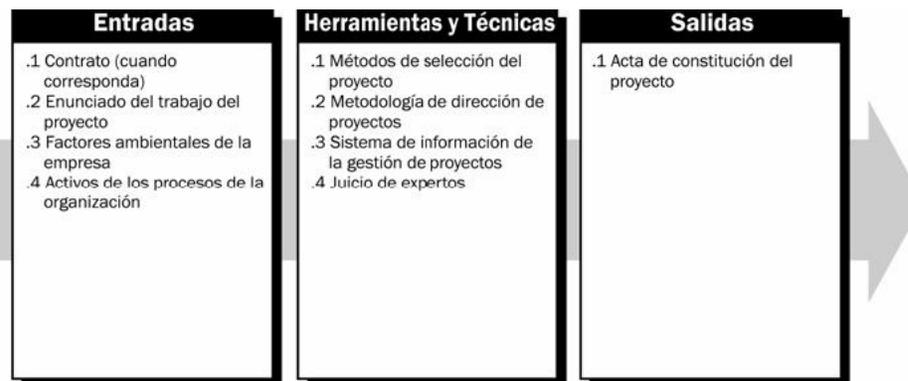


Figura 6-3 Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto (PMI, 2004a)

En el apartado 7.4 se harán algunos comentarios en relación a la información que compondrá al acta, y que no haya sido tratada con suficiente profundidad en otras partes

del Trabajo Especial de Grado. Por su parte, el Acta de Constitución del Proyecto será presentada en el Anexo F del Trabajo Especial de Grado.

Enunciado del Alcance del Proyecto Preliminar

Tras haber hecho una descripción de alto nivel del proyecto en el Acta de Constitución del Proyecto, el Enunciado del Alcance Preliminar constituye el siguiente paso en el proceso de definición del proyecto. En este documento se “abordan y documentan las características y los límites del proyecto, y sus productos y servicios relacionados, así como los métodos de aceptación y el control del alcance.” (PMI, 2004a, p. 86).

El enunciado del alcance preliminar puede incluir algunos de los siguientes componentes (o todos ellos):

- Los objetivos del proyecto y del producto.
- Los requisitos y características del producto.
- Los criterios de aceptación del producto.
- Una descripción de los límites del proyecto.
- El listado de requisitos y productos entregables del proyecto.
- Las restricciones y asunciones del proyecto.
- La organización inicial del proyecto.
- Los riesgos iniciales definidos.
- Los hitos del cronograma y la WBS inicial.
- Estimación de los costes en orden de magnitud
- Requisitos de la gestión de la configuración.
- Los requisitos de aprobación del proyecto.

El Enunciado del Alcance del Proyecto Preliminar se genera a partir de la información suministrada por el cliente, el iniciador o el patrocinador del proyecto; posteriormente, el

enunciado del alcance del proyecto preliminar deberá ser refinado por el equipo de dirección del proyecto, para obtener el Enunciado del Alcance del Proyecto.

El proceso *Desarrollar el Enunciado del Alcance del Proyecto Preliminar* se presenta en la Figura 6-4.

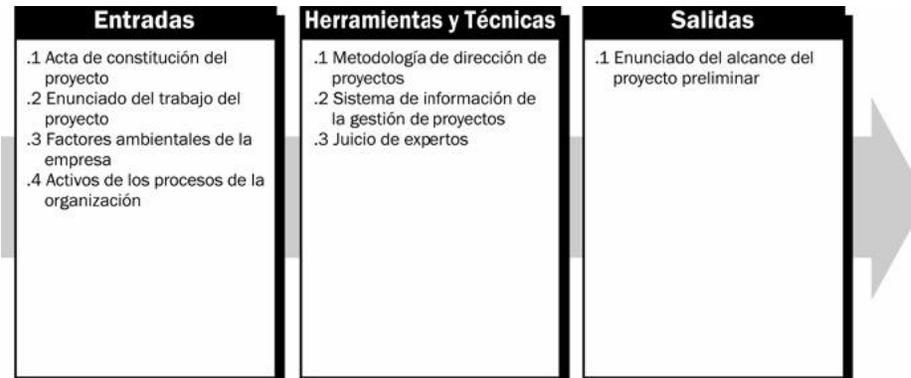


Figura 6-4 Desarrollar el Enunciado del Alcance del Proyecto Preliminar (PMI, 2004a)

Al igual que con el Acta de Constitución del Proyecto, en el apartado 7.4 se harán algunos comentarios adicionales relacionados con el enunciado del proyecto preliminar, mientras que el Enunciado del Alcance del Proyecto Preliminar será presentado en el Anexo G.

Capítulo 7 Análisis y exposición de los resultados

7.1 Selección de la metodología de gerencia a utilizar

Como instrumento de análisis, se ha elaborado una Plantilla de comparación (Tabla 7-1) en la que se muestran sombreadas todas las características que deben poseer la metodología que se desee usar, y que no son otras que las que ya se han presentado en la Tabla 6-6.

Nombre	Características							
	Critic.	Presup. y duración	Tamaño del equipo	Dinam.	Procesos exist. y cultura	Tecn.	Herram. y técnicas	Tipo y nivel de detalle
Proyecto San Ignacio	I1	I1	I1	I1	I1	I1	I1	I1
		I2			I2	I2	I2	I2
		I3						
		I4						

Tabla 7-1 Características del Proyecto San Ignacio. Plantilla de comparación

Esta plantilla será comparada con cada una de las metodologías estudiadas, y en cada caso se sombreaman las coincidencias y se dejarán en blanco las discrepancias. El resultado de esta comparación se muestra en la Tabla 7-2, para las Metodologías de Gerencia de Proyectos, y en la Tabla 7-3 para las Metodologías de Desarrollo de Software.

Nombre	Características							
	Critic.	Presup. y duración	Tamaño del equipo	Dinam.	Procesos exist. y cultura	Tecn.	Herram. y técnicas	Tipo y nivel de detalle
PMBOK	I1	I1	I1	I1	I1	I1	I1	I1
		I2			I2	I2	I2	I2
		I3						
		I4						
CMMI-SW	I1	I1	I1	I1	I1	I1	I1	I1
		I2			I2	I2	I2	I2
		I3						
		I4						
SDLC	I1	I1	I1	I1	I1	I1	I1	I1
		I2			I2	I2	I2	I2
		I3						
		I4						
RUP	I1	I1	I1	I1	I1	I1	I1	I1
		I2			I2	I2	I2	I2
		I3						
		I4						

Tabla 7-2 Características de las metodologías de Gerencia de Proyectos

Nombre	Características							
	Critic.	Presup. y duración	Tamaño del equipo	Dinam.	Procesos exist. y cultura	Tecn.	Herram. y técnicas	Tipo y nivel de detalle
Desarrollo en cascada	I1	I1	I1	I1	I1	I1	I1	I1
		I2			I2	I2	I2	I2
		I3						
		I4						
Desarrollo espiral	I1	I1	I1	I1	I1	I1	I1	I1
		I2			I2	I2	I2	I2
		I3						
		I4						
FDD	I1	I1	I1	I1	I1	I1	I1	I1
		I2			I2	I2	I2	I2
		I3						
		I4						
XP	I1	I1	I1	I1	I1	I1	I1	I1
		I2			I2	I2	I2	I2
		I3						
		I4						

Tabla 7-3 Características de las metodologías de Desarrollo de Software

Finalmente, se seleccionará la metodología que cubra la plantilla en su totalidad, o la que mejor se adapte a ella en caso de que ninguna la cubra.

Como el proyecto puede ser manejado con una combinación de metodologías de Gerencia de Proyectos y de Desarrollo de Software (ver indicador *Tipo y nivel de detalle*, valor I1), en caso de no hallarse la metodología adecuada individualmente, se puede seleccionar una combinación de ambas que cubra la plantilla en su totalidad (quedando en este caso por fuera la mencionada casilla). Sin embargo, al realizar la combinación es importante tomar en cuenta la manera en la que se combinan valores de diversas metodologías: por ejemplo, al combinar una metodología de Alto presupuesto con una de Bajo presupuesto, el resultado seguirá siendo obviamente de Alto presupuesto.

Una vez llevado a cabo este proceso, y tomando en cuenta lo dicho en el párrafo anterior, se puede concluir que **la metodología adecuada para la realización del proyecto San Ignacio es la resultante de combinar la Metodología de Gerencia de Proyectos propuesta por el PMBOK (PMI, 2004) con la Metodología de Desarrollo de Software denominada FDD, propuesta por Jeff De Luca y su equipo (Abrahamsson et al., 2002).**

Es importante en este punto hacer algún comentario sobre la manera en la que ambas metodologías pueden ser combinadas, aunque la realización de esto en profundidad está fuera de los alcances del Trabajo Especial de Grado.

El PMBOK proporciona una descripción general del subconjunto de *buenas prácticas* aplicables a la mayoría de los proyectos, pero la misma guía reconoce que “Buenas prácticas no quiere decir que los conocimientos descritos deban aplicarse siempre de forma uniforme en todos los proyectos; [ya que] el equipo de dirección del proyecto es responsable de determinar lo que es apropiado para cada proyecto determinado.” (PMI, 2004a, p. 3).

Para ser consistente con esta afirmación, en cada uno de los procesos incluidos dentro del Área de Conocimientos **Gestión de la Integración del Proyecto** se incluye como herramienta indispensable la metodología que se ha seleccionado para la gerencia del proyecto. La Gestión de la Integración incluye “los procesos y actividades necesarios para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los distintos procesos y actividades de dirección de proyectos dentro de los Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos.” (PMI, 2004a, p. 77), por lo que afecta a todas las demás áreas de conocimiento.

Por ejemplo, la metodología FDD establece procesos que permiten definir el alcance (Desarrollar un Modelo General), y verificar y controlar los cambios en el mismo (Diseñar por Característica). Estos procesos no pueden reemplazar directamente a los procesos correspondientes del PMBOK, ya que los mismos están interrelacionados con otros que, en todo caso, deben ser también adaptados para admitir los correspondientes cambios (por ejemplo, Crear la WBS). Es por eso que las reglas del juego deben ser previamente establecidas en el documento *Plan de Gestión del Alcance del Proyecto*, subsidiario del *Plan de Gestión del Proyecto*.

Por su carácter integrador, el proceso *Desarrollar el Plan de Gestión del Proyecto* constituye la puerta de entrada para la introducción de los procesos del FDD en el marco de la metodología PMBOK. Al finalizar este proceso, se deben haber realizado todas las adaptaciones correspondientes a los procesos del PMBOK afectados por los procesos del FDD, de manera integrada. De ahí en adelante, el proyecto será guiado por el Plan de

Gestión, y los procesos del FDD originales solo conservarán un carácter referencial, como herramienta disponible para los procesos adicionales del área de conocimientos Gestión de la Integración.

Un esquema del modelo de integración puede verse en la Figura 7-1⁹. En esta figura está sombreado el flujo de modificaciones al PMBOK debidas a la integración de procesos del FDD, y las entidades y procesos externos a la metodología están en color blanco. El modelo de integración está basado en el Modelo CIPOC.

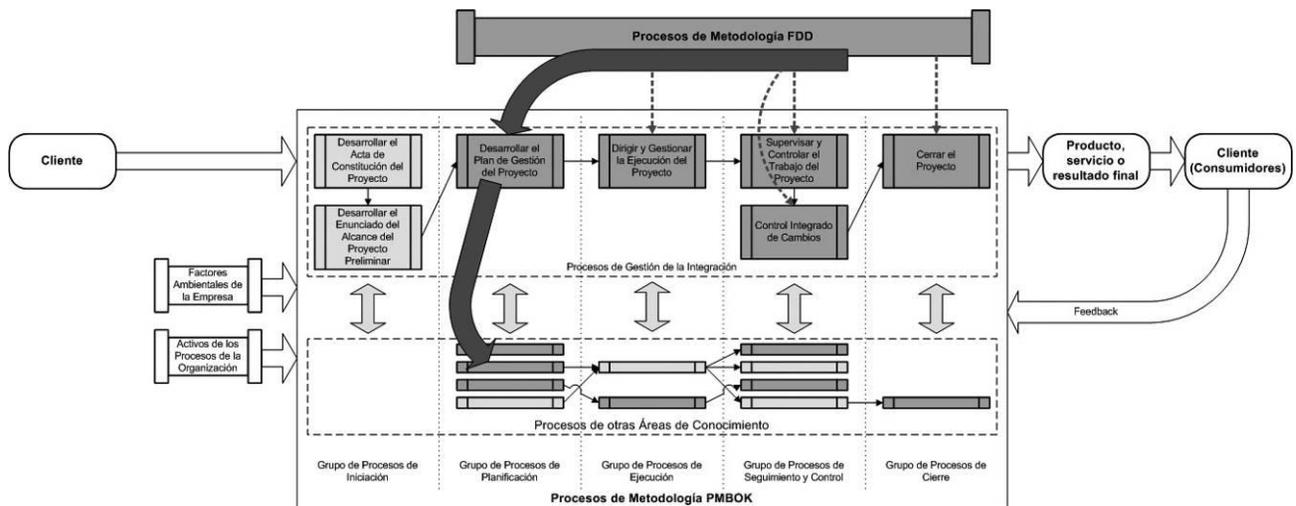


Figura 7-1 Modelo de integración de metodologías FDD y PMBOK

Nótese que según este esquema, la Metodología de Desarrollo no afecta a los procesos iniciales del PMBOK, *Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto* y *Desarrollar el Enunciado del Alcance del Proyecto Preliminar*.

7.2 Identificación de los requerimientos de los clientes

Los resultados del trabajo de levantamiento de requerimientos realizado con el cliente son mostrados en la Tabla Anexo C-1. En ella se recopilieron, en entrevistas realizadas los días 22 y 23 de marzo de 2006, 24 requerimientos asociados a procesos de origen legal (provenientes del Ministerio de Educación y Deportes), 23 requerimientos asociados a

⁹ La Figura 7-1 puede verse también en el Anexo B.

procesos internos del colegio, y 5 requerimientos no asociados a procesos, para **un total de 50 requerimientos**.

Estos 50 requerimientos fueron caracterizados en función de las dimensiones *Grado de Definición de los Requerimientos* y *Valoración de los Requerimientos*, y posteriormente fueron valorados siguiendo el procedimiento descrito en el apartado 6.3. El resultado de este proceso puede verse en la Tabla Anexo C-2.

Dado que la metodología seleccionada para el proyecto tomará como base para el manejo de los requerimientos la forma de hacerlo establecida por el FDD, conviene a estas alturas sentar las bases para lo que posteriormente será la Lista de Características.

Según indica De Luca (2002), las “*características* son funciones granulares expresadas en términos valiosos para el cliente, usando la siguiente plantilla: <acción> <resultado> <objeto>. Por ejemplo, ‘Calcular el total de la venta’ (...) Las *características* son granulares de acuerdo con la regla de que cada una no debe llevar mas de dos semanas para ser completada”. Esta regla de *granularidad* no debe llevarse al extremo de perder de vista el valor que cada característica debe tener para el cliente (por ejemplo al nivel de especificar propiedades y módulos que, siendo importantes para el equipo de desarrollo, carecen de significado para el cliente).

Desde este punto de vista, requerimientos tales como la Ley Orgánica de Educación, no pueden ser traducibles al formato <acción> <resultado> <objeto>. Por el contrario, establecen un requerimiento *marco* que debe ser tomado en cuenta durante la totalidad del desarrollo. Esta afirmación establece una categorización entre los requerimientos: *características* y *marcos*.

Tomando en cuenta esta categorización, se cierra el ciclo del levantamiento de los requerimientos (en esta fase del proyecto) con traducción de la valoración del requerimiento por la *prioridad* del requerimiento, según las reglas siguientes:

- Los requerimientos *marco* tendrán una prioridad señalada con el prefijo M, que indica que deben ser tomados en cuenta durante todo el proyecto, y que su

prioridad o precedencia solo será considerada en conjunción con otros requerimientos del mismo tipo.

- Los requerimientos con igual valoración tendrán la misma prioridad.
- La prioridad comienza con el valor 1 (o M1), para los requerimientos con valoración más alta, continuando con los valores 2, 3 y siguientes para cada cambio en la valoración, hasta terminar la lista de requerimientos.

En la Tabla 7-4, los requerimientos *marco* están sombreados en gris.

Nombre	Prioridad	Nombre	Prioridad
Ley Orgánica de Educación	M1	Circular N°11	9
Reglamento General de la LOE	M1	Circular N°12	9
Resolución N° 337	M1	Hist. Alumno	10
Resolución N° 266	M1	Boleta virtual	11
Instructivo N°01	1	Act. Extraescolares	12
Circular N°02	1	Uso de instalaciones	13
Circular N°13	1	Hist. Docente	14
Manual de Convivencia	M1	Hist. Empleados	15
Sello del colegio	1	Indicadores	15
Circular N°03	2	Competencias	15
Circular N°20	2	Hist. Familias	15
Hist. Pagos	3	Planif. De evaluación	15
Circular N°01	4	Criterios estándar	16
Circular N°17	5	Evaluación cualitativa	17
Colores estándar	5	Dpto. Psicología	18
LOPNA	M2	SIGEDUN	19
Circular N°05que	6	Ingreso a universidades	20
Circular N°06	6	Evaluación continua	21
Circular N°10	6	Evaluación de Cierre	22
Resolución N° 590	M3	Permisos ausencia	22
Resolución N° 38	M3	Condicionados	22
Circular N°16	7	Act. Externas alumno	22
Circular N°04	8	Act. Externas colegio	23
Circular N°05 (2004)	8	Acc. Intranet	24
Acc. Internet	8	Análisis estratégico	25

Tabla 7-4 Tabla de Priorización de Requerimientos

La importancia de la Tabla 7-4 es clara si se toma en cuenta que es la primera aproximación al orden en el que serán liberadas cada una de las características, al tiempo que sirve como insumo para el dimensionamiento del proyecto en términos de cantidad de desarrolladores requeridos, y de tiempo estimado para su culminación. La tabla será

usada (en conjunto con la Tabla de Requerimientos) en la determinación del alcance preliminar.

7.3 Determinación de los alcances del proyecto

Como se mencionó en el apartado 6.4, para determinar los alcances del proyecto se recurrió a tres fuentes de información: la lista priorizada de requerimientos; las restricciones en términos de tiempo, costo y calidad; y el diagnóstico estratégico del proyecto (análisis DOFA). Los resultados son presentados en el Anexo E, pero a continuación se procederá a hacer algunos comentarios en relación a la forma como las distintas fuentes de información fueron traducidas a alcances concretos, o a las causas por las cuales algunos de los mismos no pudieron ser acordados con el grado de definición deseado.

Las fechas de inicio y finalización del proyecto fueron establecidas por el cliente tomando en cuenta el tiempo estimado en el cual se podría dar la buena pro al proyecto desde el punto de vista administrativo y financiero, en el caso de la fecha de inicio; y la fecha de inicio del año escolar, en el caso de la fecha de finalización.

Para el equipo de proyectos, la segunda de estas fechas es la que constituye una restricción más fuerte, ya que una entrega tardía podría implicar la pérdida de valor del producto final para el cliente; sin embargo, precisamente al afrontar esta restricción comienzan a apreciarse las ventajas de la selección adecuada de una metodología de gerencia de proyectos.

Efectivamente, el quinto proceso contemplado por la metodología FDD, *Construir por Característica*, contempla la liberación de una o varias características valiosas para el cliente por cada iteración (teniendo estas últimas una duración máxima de dos semanas). Estas características, cuyo orden de prioridad ya ha sido preliminarmente establecido en el apartado 7.2, al ser liberadas se consideran completamente funcionales, y por lo tanto disponibles para que el cliente pueda trabajar con ellas. Esto quiere decir que, una vez den inicio los procesos iterativos de la metodología FDD, a partir de la segunda semana el cliente podrá comenzar a trabajar con el sistema de manera productiva. A la vez, nuevas

funcionalidades serán agregadas cada dos semanas en promedio, por lo que la planificación por características podrá hacerse tomando en cuenta la liberación temprana de funcionalidades que sea crítico poseer antes de la tercera semana de agosto (como determinados módulos administrativos que permitan actualizar la data de los alumnos, o los requerimientos con Prioridades 1, 2 y 3, por ejemplo), y la liberación mas tardía de funcionalidades o características menos críticas.

En este caso la metodología contribuye de manera determinante a atenuar el riesgo de un incumplimiento en las fechas de entrega del producto.

Los estándares de calidad de la Compañía de Jesús, el cumplimiento metódico de la metodología seleccionada (PMBOK + FDD), y la observancia de los requerimientos *Marco*, establecen los parámetros de calidad del proyecto, al tiempo que establecen los lineamientos éticos del mismo (en conjunto con el código de ética del PMI). Por este motivo siempre deben ser considerados y tomados en cuenta dentro de los alcances del proyecto.

Al establecer como alcance el empleo de la metodología seleccionada, implícitamente se acepta la inclusión de los requisitos establecidos por ella, como el Modelo General, los Planes subsidiarios del Plan de Gestión del Proyecto, etcétera.

Un comentario aparte debe ser hecho en relación al Presupuesto, Presupuesto de Costos y Cronograma de Costos: el cliente manifestó que no está en disposición de discutir los aspectos financieros en esta etapa del proyecto (que él asume como solamente explorativa) debido al carácter *académico* que el proyecto tiene en este momento. En virtud de esto, se solicitó que el análisis financiero del proyecto, y su correspondiente inclusión en el alcance del mismo, sean postergados para una etapa posterior a la presentación del Trabajo Especial de Grado.

A partir del Análisis DOFA realizado sobre el proyecto, fueron establecidos una serie de alcances tendientes a atacar los riesgos identificados con las Debilidades y Amenazas del proyecto, al tiempo de reforzar las Oportunidades y Fortalezas identificadas.

Finalmente, los alcances asociados a los *requerimientos* del producto, levantados en las fases previas de este Trabajo especial de Grado, han sido establecidos en términos de su *prioridad*, lo que indica que el acuerdo de inclusión de los alcances determinara que todos los requerimientos de igual prioridad serán incluidos en el alcance bajo las mismas reglas, de acuerdo a Planificación por Características (FDD), y a Plan de Manejo de Riesgos del proyecto.

Debe hacerse en este punto un comentario final en relación al Acuerdo de Inclusión de los alcances en el caso del presente proyecto. Manejando el mismo criterio manifestado en relación a los aspectos financieros del mismo, debido al hecho de que la inclusión o no de algunos de los alcances podría verse fuertemente afectada por factores financieros, se acordó que los Acuerdos de Inclusión fueran postergados para una etapa posterior a la entrega del presente Trabajo Especial de Grado. Sin embargo, es necesario acotar que tanto el Análisis Financiero del proyecto, como los Acuerdos de Inclusión de los alcances deben formar parte de la formulación de cualquier proyecto, y en este caso han sido postergados por solicitud del cliente debido a la naturaleza del trabajo realizado (Trabajo Especial de Grado).

7.4 Desarrollo de los procesos de iniciación del proyecto

Según se mencionó en los Objetivos específicos, llevar a cabo los *Procesos de iniciación del proyecto* involucra la síntesis del trabajo realizado en las fases anteriores del Trabajo Especial de Grado, completando la consecución del objetivo general del mismo, al tiempo que se realiza un último examen del manejo instrumental de las herramientas y conocimientos adquiridos durante el programa de Especialización en Gerencia de Proyectos.

Como resultado de este trabajo, el **Acta de Constitución del Proyecto** es presentado en el Anexo F, y el **Enunciado del Alcance del Proyecto Preliminar** es presentado en el Anexo G.

Capítulo 8 Evaluación del trabajo

La evaluación del trabajo realizado puede hacerse desde dos puntos de vista distintos, pero complementarios. El primer punto de vista consiste en hacer un recuento de los objetivos del Trabajo Especial de Grado, verificando para cada caso el grado de cumplimiento logrado. Este punto de vista facilita la evaluación del desempeño logrado durante el desarrollo del trabajo, y permite obtener información valiosa en términos de lecciones aprendidas y análisis de los resultados.

El segundo punto de vista establece un análisis más global de lo que se logró con el desarrollo del trabajo, al hacer foco en el *valor* del trabajo desarrollado para lograr los objetivos, y no en el grado en el cual éstos fueron cumplidos.

En este caso, se procederá tomando en cuenta ambos enfoques.

8.1 Objetivo Específico 1

Estudiar las metodologías de gerencia aplicables a los proyectos de desarrollo de software según el Project Management Institute (PMI), el Software Engineering Institute (SEI) y algunas otras fuentes reconocidas que pudieran ser aplicables.

Este fue quizá el objetivo en el que se trabajó con mayor grado de meticulosidad, ya que en gran medida constituyó el pilar sobre el que se sustentó la obtención de los objetivos subsiguientes. La premisa fundamental que justificó la selección de este Objetivo Específico fue el hecho de que, admitido el hecho de que es necesario realizar la gerencia de proyectos sustentándose en una metodología adecuada, la consecuencia inmediata es la necesidad de conocer las metodologías disponibles, con el fin de realizar una selección adecuada y fundamentada de la misma. Esto es importante porque aunque la metodología que se seleccione está determinada por la naturaleza del proyecto a desarrollar, a la vez determina los procesos que serán desarrollados para su ejecución.

En este caso se decidió tomar como punto de partida las metodologías PMBOK y CMMI-SW, y ambas fueron estudiadas en profundidad; sin embargo, se hizo inmediatamente evidente que era necesario un criterio con el cual se pudiera decidir

cuáles otras metodologías estudiar, sin incurrir en repeticiones y abarcando el mayor número de tipos de proyectos posible.

Con este fin se recurrió al Espectro de Planeación propuesto por Boehm (2002), complementado con el criterio de Charvat (2003) según el cual pueden diferenciarse dos tipos de metodologías: las Metodologías de Gerencia de Proyectos, y las Metodologías de Desarrollo de Software. Estos conceptos, en conjunto con la aplicación del Modelo CIPOC (Charvat, 2003), constituyen las verdaderas bases teóricas sobre las que se sustenta el trabajo realizado.

Gracias a estas bases, se determinó el conjunto de ocho metodologías que finalmente serían consideradas para su estudio, y que son enumeradas en la Tabla 6-1. Habiendo completado el estudio de estas ocho metodologías, puede decirse que el objetivo fue cumplido a cabalidad.

Sin embargo, el valor real de lo logrado con la persecución de este objetivo está en la sustentación teórica mencionada, ya que la misma puede servir como base para la selección, comparación, valoración e incluso el desarrollo de metodologías, no solo en el campo de la ingeniería de software sino en el ámbito de la gerencia de proyectos en su totalidad.

8.2 Objetivo Específico 2

Seleccionar las metodologías de gerencia de proyectos de desarrollo de software a utilizar.

En este caso, al igual que en el anterior, el objetivo fue cubierto a cabalidad con la selección de la metodología a emplear: PMBOK+FDD.

Sin embargo, de nuevo al igual que con el caso anterior (e incluso en mayor medida), el valor de lo logrado no está en la mera obtención del objetivo, sino en el hecho de que para lograrlo fue necesario desarrollar un instrumento analítico nuevo, expresado en la Plantilla de comparación diseñada y empleada en el apartado 7.1. Esta plantilla podrá ser usada en la selección de la metodología adecuada a cualquier proyecto, saliendo del ámbito específico de este Trabajo Especial de Grado.

Otro resultado valioso obtenido al perseguir el Objetivo Específico 2 está expresado en el Modelo de integración de metodologías FDD y PMBOK (Figura 7-1). Dicho modelo es de hecho un modelo válido para integrar *cualquier* metodología con la propuesta por el PMBOK, por lo que complementa de manera particularmente útil el trabajo teórico desarrollado en los Objetivos Específicos 1 y 2.

8.3 Objetivo Específico 3

Identificar los requerimientos de los clientes potenciales.

El primer objetivo específico en el que hubo una verdadera interacción con el cliente es este, en el que se ejercitaron las herramientas de recolección de información prescritas en el Marco Metodológico. Con la obtención del listado de 50 requerimientos presentados en la Tabla Anexo C-1, este objetivo puede considerarse logrado completamente.

Acá se ejercitaron tanto la técnica de análisis documental, como la aplicación de entrevistas, y consiguiente tabulación de la información. Sin embargo, este es también el primero de los objetivos en el que se tomó en cuenta la metodología de gerencia de proyectos obtenida en los objetivos precedentes.

Específicamente, al comparar los requerimientos con la plantilla de características de la metodología FDD, se evidenció que existía una categorización inherente a la naturaleza de los mismos, que posteriormente fue formalizada con la diferenciación de los requerimientos *marco* y las *características*.

Otro aspecto en el que este objetivo excedió lo propuesto por su simple enunciado lo constituye la priorización de los requerimientos, así como el método empleado para lograr dicha priorización. La priorización se efectuó como una forma de adelantarse al proceso de Planificar por Características, al tiempo que constituye un insumo para la determinación del alcance, y para el establecimiento de una estrategia de manejo de los riesgos. Por su parte, el método empleado para lograr la priorización posee un valor intrínseco, ya que es generalizable a otros proyectos.

8.4 Objetivo Específico 4

Determinar los alcances del proyecto.

Determinar los alcances del proyecto constituye un proceso de mayor profundidad y complejidad que lograr un listado de requerimientos, ya que en este caso no solo se deben tomar en cuenta las necesidades (o deseos) del cliente, sino también cómo esas necesidades interactúan con un entorno que le impone restricciones.

Éstas restricciones se evidencian de manera directa e inmediata en términos de la terna *tiempo-costo-calidad*, pero también involucran aspectos más difíciles de delimitar, como por ejemplo la cultura de la organización, las percepciones del cliente, y la capacidad del equipo de proyectos para lograr cierta meta.

Para establecer los alcances del proyecto se procedió entonces a hacer un diagnóstico del proyecto, usando como herramienta el análisis DOFA; y un diagnóstico de los tiempos, costos y calidad requeridos por el cliente.

La determinación de la variable financiera constituyó el único aspecto de los objetivos del Trabajo Especial de Grado que no pudo ser logrado a cabalidad, por lo que se acordó con el cliente que este aspecto sería abordado en el caso de continuarse con el proyecto. Debido a esto tampoco fue posible establecer los Acuerdos de Inclusión de los alcances dentro del ámbito del proyecto, llegándose sólo al nivel de determinar los indicadores de Factibilidad de Cumplimiento.

Por otra parte, y según lo descrito en el apartado 7.3, este es el primer momento en el que se aprecian las ventajas de la selección acertada de una metodología para la gerencia del proyecto. Esto se evidenció al analizar la forma como la restricción *fecha de finalización* del proyecto es atacada por la metodología FDD.

Por lo expuesto en los párrafos anteriores, este objetivo puede considerarse cubierto desde el punto de vista del trabajo realizado, pero inacabado desde el punto de vista de los resultados obtenidos.

8.5 Objetivo Específico 5

Llevar a cabo los procesos de iniciación del proyecto.

Este objetivo es quizá el menos significativo desde el punto de vista teórico, pero constituye el punto de cierre adecuado para el Trabajo Especial de Grado, ya que su culminación implica la aplicación de todo lo realizado previamente al caso concreto de la formulación de un proyecto (el Proyecto San Ignacio). De hecho, el valor práctico del trabajo se hace tangible sólo con la consecución de este quinto Objetivo Específico.

Desde el punto de vista del cliente, que nunca debe ser olvidado, el valor del trabajo realizado está en los documentos *Acta de Constitución del Proyecto* y *Enunciado del Alcance del Proyecto Preliminar*. Con la elaboración de dichos documentos el objetivo fue cubierto a cabalidad (salvo lo expresado en la descripción del Objetivo Específico 4), y puede ser validado en el Anexo F y el Anexo G, respectivamente.

Con el logro de este quinto objetivo, también se puede dar por conseguido el Objetivo General del Trabajo Especial de Grado.

Capítulo 9 Conclusiones y próximos pasos

9.1 Conclusiones

El problema fundamental que motivó la realización de este Trabajo Especial de Grado es el de *seleccionar la metodología de gerencia de proyectos adecuada para desarrollar un proyecto de ingeniería de software de manera efectiva*, evitando caer en los riesgos y complicaciones que, de tan comunes, han hecho que los teóricos expresen que existe una *crisis* en esa industria.

Sin embargo, este es un problema muy general, que requería un enfoque más manejable para poder traerlo al ámbito de un programa de Especialización en Gerencia de Proyectos. De hecho, por ejemplo, durante el desarrollo del trabajo se hizo evidente que el abanico de metodologías disponibles era muy amplio, al tiempo que los proyectos de desarrollo de software también demostraron conformar un espectro, diferenciado por factores como el tamaño, la complejidad, y la criticidad.

Por ello, desde el principio se optó por un enfoque en el que se desviaba el punto de mira, desde el problema del desarrollo de software, en general, hasta el problema de la definición de *un proyecto de software particular*. Esto se hizo con la confianza en que la respuesta de este segundo problema llevaba implícita la respuesta del primero. Confianza que, luego de hacer una evaluación del trabajo, ha resultado justificada.

Ya se vio, en el apartado anterior, que los objetivos del proyecto fueron cubiertos. Ello es equivalente a decir que las preguntas de investigación planteadas también fueron contestadas, si se mantiene la coherencia con lo especificado al enunciar los Objetivos específicos.

Efectivamente, la pregunta ***¿Cuál es la metodología de gerencia de proyectos más adecuada para el desarrollo del software propuesto?*** Tiene una respuesta directa: **la metodología adecuada para la realización del proyecto San Ignacio es la resultante de combinar la Metodología de Gerencia de Proyectos propuesta por el PMBOK (PMI, 2004) con la Metodología de Desarrollo de Software denominada FDD, propuesta por Jeff De Luca y su equipo (Abrahamsson et al., 2002).**

Y por su parte, la pregunta sobre ***¿Cuál es la información (requerimientos, alcances, limitaciones) que debe ser recopilada para poder formular el proyecto de desarrollo de software propuesto?*** Fue respondida mediante el desarrollo del proceso de levantamiento de información con el cliente, desembocando a través de la determinación de los requerimientos, restricciones y alcances, en la redacción de los documentos **Acta de Constitución del Proyecto y Enunciado del Alcance del Proyecto Preliminar**.

Pero lo realmente importante, que debe ser destacado, es que se han dado pasos significativos para dar respuesta al problema planteado al inicio de este capítulo. Estos pasos se presentan en la forma de herramientas utilizables fuera del contexto de este Trabajo Especial de Grado, y se enumeran a continuación:

- **Una cobertura amplia del Espectro de Planeación propuesto por Boehm, abarcando los dos niveles de Metodologías de Gerencia de Proyectos y Metodologías de Desarrollo de Software. Con esto se delimita el número de metodologías a considerar, y en todo caso se establece un criterio para su delimitación.**
- **La identificación del Modelo CIPOC como una visión de alto nivel en la que pueden ser mapeadas todas las metodologías estudiadas, lo que sirve como herramienta para su integración. Esto fue expuesto al desarrollar el Modelo de integración de metodologías FDD y PMBOK.**
- **El mismo Modelo de integración de metodologías FDD y PMBOK posee el valor intrínseco de ser un modelo de integración válido para combinar *cualquier* metodología con la propuesta por el PMBOK.**
- **La herramienta para priorización de Requerimientos, mediante la determinación de un Índice de Valoración, y su posterior modificación debida al Grado de Definición. También, la diferenciación entre requerimientos *marco* y *características*.**

- **La estrategia para la determinación de los Alcances, con base en la terna Requerimientos - Restricciones (tiempo, costo, calidad) - Diagnóstico Estratégico (Análisis DOFA)**
- **Finalmente, todos los modelos de tablas y plantillas de documentos desarrollados para la ejecución de este Trabajo Especial de Grado fueron diseñados pensando en su generalización y uso fuera del ámbito del mismo.**

Los seis puntos precedentes expresan, más que ninguna otra cosa, los resultados del presente Trabajo Especial de Grado.

9.2 Próximos pasos

El cierre del presente trabajo es propicio para hacer algunos comentarios, o recomendaciones, en relación a los próximos pasos que pueden ser emprendidos desde este punto:

- En primer lugar, no debe descuidarse ni restarse valor al trabajo realizado por el cliente, el Colegio San Ignacio. El Proyecto San Ignacio debería ser continuado, empezando por el punto pendiente del presente Trabajo Especial de Grado, consistente en la evaluación financiera del mismo.
- En segundo lugar, la selección de metodologías de gerencia de proyectos todavía es un tema abierto de investigación. Por ejemplo, ¿en otras áreas de la ingeniería es válida una estrategia similar a la propuesta en este trabajo? ¿cómo afecta el hecho de manejar varias metodologías de gerencia de proyectos a la eficiencia del equipo de proyectos? ¿y a la cultura de la organización? ¿sería una estrategia más efectiva para la empresa el atenerse a una sola metodología, y restringir el *tipo* de proyectos que se ejecuten?

Tanto desde una visión local y práctica, como desde una visión global y más teórica, los puntos previos son una prueba de que queda todavía bastante trabajo por hacer, y que la presentación de este Trabajo Especial de Grado no es más que un punto de partida.

Referencias bibliográficas

- Arias, M. (2000), La triangulación metodológica: sus principios, alcances y limitaciones, *Investigación y Educación en Enfermería, Universidad de Antioquia (Colombia)*, 18 (1), Recuperado el 11 de marzo, 2006, de <http://tone.udea.edu.co/>
- Abrahamsson, P., Salo, O., Ronkainen, J., Warsta, J. (2002). *Agile software development methods. Review and analysis*. Finland. VTT Publications.
- Colegio San Ignacio. (2004). *Manual de convivencia*. Recuperado el 10 de marzo, 2006, de <http://www.sanignacio.e12.ve/>
- Colegio San Ignacio. (2005). *Catálogo general 2005 – 2006*. Caracas. Colegio San Ignacio.
- Beck, K., Beedle, M., van Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., Grenning, J., Highsmith, J., Hunt, A., Jeffries, R., Kern, J., Marick, B., Martin, R., Mellor, S., Schwaber, K., Sutherland, J., Thomas, D. (2001). *Manifiesto for Agile Software Development*. Recuperado el 08 de febrero, 2006, de <http://www.agilemanifesto.org/>
- Boehm, B. (1988). A Spiral Model of Software Development and Enhancement. *Computer*, 21 (5), 61-72.
- Boehm, B. (2002). Get ready for Agile methods, with care. *Computer*, 35 (1), 64-69.
- Charvat, J. (2003). *Project Management Methodologies: Selecting, Implementing, and Supporting Methodologies and Processes for Projects*. John Wiley & Sons.
- De Luca, J. (2002), *Feature Driven Development Processes*. Recuperado el 18 de marzo, 2006, de <http://www.featuredrivendevelopment.com/>
- De Marco, T., Lister, T. (2003). Risk management during requirements. *IEEE Software*, 20 (5), 99-101.
- Dijkstra, E. (1972). EWD340: The Humble Programmer. *Commun ACM*, 15 (10), 859-866.

- Fowler, M. (2005). *The New Methodology*. Recuperado el 02 de febrero, 2006, de <http://www.martinfowler.com/>
- Gambardini, J., Campos, L. (2004). Balanceo de metodologías orientadas al plan y ágiles. Herramientas para la selección y adaptación. *PMI Global Congress Proceedings, Buenos Aires – Argentina*,
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista L. (1998). *Metodología de la investigación*. Bogotá. McGraw Hill Interamericana S.A.
- Hurtado de B., J. (1998). *Introducción a la investigación holística*. Caracas. Fundación Sypal.
- Kruchten, P. (2000). *The rational unified process: an introduction Second Edition*. Addison-Wesley.
- Larman, C. (2004). *Agile and iterative development: a manager's guide*. Boston. Pearson Education, Inc.
- Ley Orgánica de Educación. (1980, 28 de julio). *Gaceta Oficial de la República de Venezuela*, 2635 (Extraordinaria).
- Paulk, M. (1995). The rational planning of (software) projects. Proceedings of the first world congress for software quality, San Francisco, CA, June 1995. Sec. 4, 20-22.
- Project Management Institute. (2004a). *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) Tercera Edición*. Project Management Institute.
- Project Management Institute. (2004b). *PMI Member ethical standards*. Project Management Institute.
- Reglamento General de la Ley Orgánica de Educación (Reforma). (1999, 15 de septiembre). *Gaceta Oficial de la República de Venezuela*, 36787.
- Rovce, W. (1970). Managing the development of large software systems. *Proceedings, IEEE WESCON, August 1970*, 1-9.
- Salkind, N. (1999). *Métodos de investigación*. México. Pertience Hall.

Software Engineering Institute. (2002). *Capability Maturity Model Integration for Software Engineering, Version 1.1 (CMMI-SW, V1.1)*. Pittsburgh. Carnegie Mellon University.

Yáber, G., Valerino, E. (2003). *Tipología, fases y modelo de gestión para la investigación de postgrado en gerencia*.

Yin, R. (1994). *Case Study Research: Design and Methods*. Thousand Oaks, California. Sage Publications.

Anexos

Anexo A Leyenda de Indicadores

Dimensiones	Indicadores	Valores ^(*)	
		Valor	Descripción
Criticidad	- Pérdida potencial ocasionada por la falla del proyecto. (I1)	C	Pérdida de confort.
		D	Pérdida de dinero discrecional.
		E	Pérdida de dinero esencial.
		L	Pérdida de vidas.
Presupuesto y duración	- Magnitud del presupuesto. (I1)	Bajo	Metodología no implica adquisición de bienes o servicios.
		Medio	Metodología implica adquisición de bienes o servicios.
		Alto	Metodología implica adquisición de bienes y servicios.
	- Rigidez del presupuesto. (I2)	Rígido	No es posible exceder el presupuesto inicial.
		Flexible	El presupuesto puede ser reevaluado en función de los avances, pero existe una estimación inicial del presupuesto total.
		Abierto	El presupuesto es reevaluado en función de los avances. Existe una estimación del presupuesto por iteración o por fase, pero no del presupuesto total.
	- Magnitud de la duración. (I3)	Baja	Avance medible en semanas.
		Media	Avance medible en meses.
		Alta	Avance medible en años.
	- Rigidez de la duración. (I4)	Rígida	No es posible exceder la duración planificada o una fecha fija.
Flexible		La duración puede ser reevaluada en función de los avances, pero existe una estimación inicial de la duración total.	
Abierta		La duración depende del número de iteraciones o fases. Se posee una duración para cada fase o iteración, pero no el número total de éstas.	
Tamaño del equipo	- Número de personas. (I1)	Muy Pequeño	1-8 personas.
		Pequeño	9-20 personas.
		Mediano	21-40 personas.
		Grande	41-80 personas.
		Muy Grande	> 80 personas.
Dinamismo	- Velocidad con la que se producen cambios en los requerimientos. (I1)	Estático	< 1 Req./mes.
		Bajo	1-10 Req./mes.
		Medio	11-20 Req./mes.
		Alto	21-40 Req./mes.
		Muy Alto	> 40 Req./mes.
Procesos existentes y cultura	- Nivel de ceremonia. (I1)	Informal	Documentación informal o baja. Equipo autoorganizado o con bajo control. Comunicaciones informales.

Dimensiones	Indicadores	Valores ^(*)	
		Valor	Descripción
	- Compatibilidad con los procesos existentes en la compañía. (I2)	Medio Bajo	Documentación principalmente informal. Grado medio de control. Comunicaciones principalmente informales.
		Medio Alto	Documentación principalmente formal. Grado medio de control. Comunicaciones principalmente formales.
		Formal	Documentación formal y exhaustiva. Control rígido. Comunicaciones formales.
		Rígida	Metodología rígida, exige que los procesos de la empresa se adapten a ella.
		Adaptable	Metodología adaptable, puede ser configurada para adoptar los procesos de la empresa.
Tecnología	- Tecnología requerida por el proyecto. (I1)	Listado de tecnologías requeridas por el proyecto.	
	- Compatibilidad con la tecnología existente en la compañía. (I2)	Rígida	Metodología rígida, exige que la empresa adquiera nueva tecnología. No puede funcionar si el uso de tecnología específica.
		Adaptable	Metodología adaptable, no exige que la empresa adquiera nueva tecnología o puede ser adaptada para usar la tecnología existente en la empresa.
Herramientas y técnicas	- Herramientas y técnicas específicas requeridas. (I1)	Listado de herramientas y técnicas requeridas por el proyecto.	
	- Nivel de experiencia requerido. (I2)	Junior	80% Jr., 20% Sr.
		Mixto	50% Jr., 50% Sr.
		Senior	20% Jr., 80% Sr.
Tipo y nivel de detalle	- Tipo de metodología. (I1)	GP	Gerencia de Proyectos
		Mixta	Gerencia de Proyectos, incluye procesos de Desarrollo de Software.
		DS	Desarrollo de Software.
	- Nivel de detalle de la metodología. (I2)	Muy General	Descripción general de los procesos, excluye algunas áreas de conocimiento.
		General	Descripción general de los procesos, incluye todas las áreas de conocimiento.
		Medio	Descripción detallada de los procesos, excluye algunas áreas de conocimiento.
		Detallado	Descripción detallada de los procesos, incluye todas las áreas de conocimiento.

(*) Los valores posibles están sustentados en Charvat (2003), Gambardini y Campos (2004), y Abrahamsson et al. (2002).

Tabla Anexo A-1 Indicadores de la Variable *Características de las metodologías y del Proyecto*

Dimensiones	Indicadores	Valores	
		Valor	Descripción
Identificación de los Requerimientos	- Requerimientos asociados a procesos de origen legal. (I1)	Nombre	Nombre que identificará al requerimiento. Durante el desarrollo del proyecto también será asignado un Código al requerimiento, de acuerdo a la Metodología seleccionada.
		Descripción	Resumen descriptivo del requerimiento.
	- Requerimientos asociados a procesos internos del cliente. (I2)	Nombre	Nombre que identificará al requerimiento. Durante el desarrollo del proyecto también será asignado un Código al requerimiento, de acuerdo a la Metodología seleccionada.
		Descripción	Resumen descriptivo del requerimiento.
	- Requerimientos no asociados a procesos (estéticos, técnicos, estructurales). (I3)	Nombre	Nombre que identificará al requerimiento. Durante el desarrollo del proyecto también será asignado un Código al requerimiento, de acuerdo a la Metodología seleccionada.
		Descripción	Resumen descriptivo del requerimiento.
	- Requerimientos emergentes (no identificados). (I4)	Nombre	Nombre que identificará al requerimiento. Durante el desarrollo del proyecto también será asignado un Código al requerimiento, de acuerdo a la Metodología seleccionada.
		Descripción	Resumen descriptivo del requerimiento.
Grado de Definición de los Requerimientos	Procesos y requerimientos documentados. (I1)		
	Procesos y requerimientos definidos, no documentados. (I2)		
	Procesos y requerimientos que es posible definir antes de dar inicio al proyecto. (I3)		
	Procesos o requerimientos que no es posible definir a priori. (I4)		

Tabla Anexo A-2 Indicadores de la Variable *Requerimientos de los Clientes*

Dimensiones	Indicadores	Valores	
		Valor	Descripción
Valoración de los Requerimientos	- Importancia del requerimiento para el personal directivo del cliente. (I1)	9-10	Imprescindible.
		7-8	Muy Necesario.
		5-6	Necesario.
		3-4	Deseable.
		1-2	Opcional.
		0	Innecesario.
	- Importancia del requerimiento para el personal administrativo del cliente. (I2)	9-10	Imprescindible.
		7-8	Muy Necesario.
		5-6	Necesario.
		3-4	Deseable.
		1-2	Opcional.
		0	Innecesario.
	- Importancia del requerimiento debida a aspectos legales. (I3)	9-10	Imprescindible.
		7-8	Muy Necesario.
		5-6	Necesario.
		3-4	Deseable.
		1-2	Opcional.
		0	Innecesario.
	- Importancia del requerimiento debida a factores técnicos y estructurales. (I4)	9-10	Imprescindible.
		7-8	Muy Necesario.
5-6		Necesario.	
3-4		Deseable.	
1-2		Opcional.	
0		Innecesario.	

Tabla Anexo A-3 Indicadores de la Variable *Requerimientos de los Clientes* (continuación)

Dimensiones	Indicadores	Valores	
		Valor	Descripción
Identificación de los Alcances	- Nombre. (I1)	Nombre que identificará al alcance.	
	- Descripción. (I2)	Resumen descriptivo del alcance.	
	- Acuerdo de inclusión. (I2)	Condiciones bajo las cuales el alcance es incluido en el proyecto.	
Factibilidad de Cumplimiento	- Factibilidad técnica. (I1)	0	Inviabile técnicamente.
		1-2	Factible con nuevas tecnologías.
		3-5	Factible con asesoría o consultoría.
		6-8	Factible con entrenamiento.
		9-10	Completamente factible.
	- Factibilidad debida a los recursos necesarios para cumplir el alcance. (I2)	0	Recursos no disponibles.
		1-2	Recursos muy escasos o costosos.
		3-5	Recursos medianamente escasos o costosos.
		6-8	Recursos disponibles o económicos.
		9-10	Factible sin recursos adicionales.
	- Factores éticos. (I3)	Descripción del factor que afecta la factibilidad.	
	- Otros factores. (I4)	Descripción del factor que afecta la factibilidad.	

Tabla Anexo A-4 Indicadores de la Variable *Alcances del proyecto*

Anexo B Modelo de integración de metodologías FDD y PMBOK

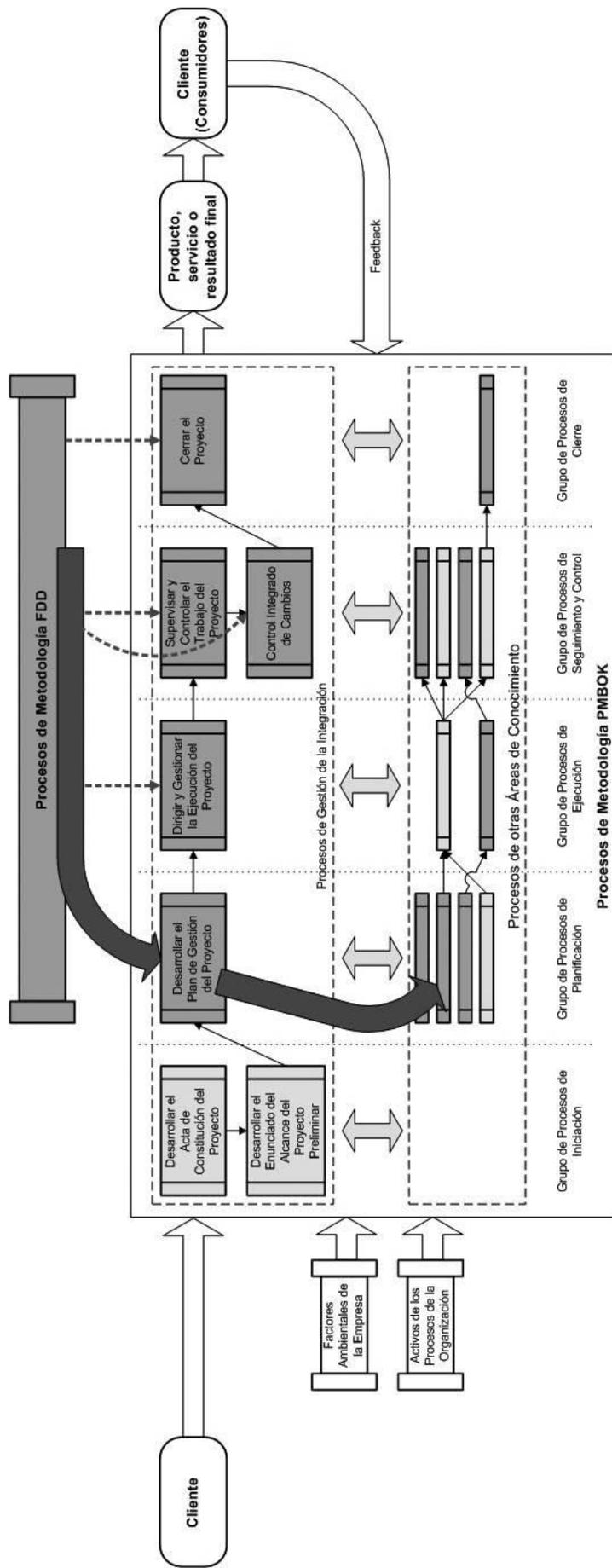


Figura Anexo B-1 Modelo de integración de metodologías FDD y PMBOK

Anexo C Tabla de Requerimientos y Tabla de Valoración de Requerimientos

	Identificación		Grado de Definición				Valoración			
	Nombre	Descripción	I1	I2	I3	I4	I1	I2	I3	I4
Requerimientos asociados a procesos de origen legal.	Ley Orgánica de Educación	Principal órgano legal del Régimen Educativo. Vinculante y obligatorio. Establece el marco legal general.	1	0	0	0	10	10	10	10
	Reglamento General de la LOE	Reglamenta aspectos del Régimen Educativo. Vinculante y obligatorio.	1	0	0	0	10	10	10	10
	LOPNA	Derechos del niño y el adolescente. Vinculante y obligatorio.	1	0	0	0	8	8	10	6
	Resolución N° 337	Proceso de Evaluación en la Tercera etapa de Educación Básica, y Media Diversificada y Profesional.	1	0	0	0	10	10	10	10
	Resolución N° 266	Régimen de Evaluación y Plan de Estudios para la Primera y Segunda Etapas de la Educación Básica.	1	0	0	0	10	10	10	10
	Resolución N° 590	Plan de Estudios para la Tercera Etapa de Educación Básica.	1	0	0	0	8	8	10	2
	Resolución N° 38	Plan de Estudios para la Educación Media Diversificada y Profesional.	1	0	0	0	8	8	10	2
	Instructivo N°01	Datos de identificación del plantel, del alumno y de la autoridad educativa.	1	0	0	0	10	10	10	10
	Circular N°01	Actividad Remedial, y Segunda Evaluación previstas en el Artículo N° 112.	1	0	0	0	10	10	10	4
	Circular N°02	Código DEA, para la identificación de los planteles.	1	0	0	0	10	10	10	10
	Circular N°03	Formato de Matrícula Inicial, Tercera etapa de Educación Básica, y Media Diversificada y Profesional.	1	0	0	0	10	10	10	8
	Circular N°04	Formato de Modificación de Matrícula.	1	0	0	0	6	6	10	4
	Circular N°05	Formato de Certificación de Calificaciones.	1	0	0	0	8	8	10	6
	Circular N°06	Formato de Resumen Final del Rendimiento Estudiantil.	1	0	0	0	8	8	10	6
	Circular N°10	Formato Hoja de Registro.	1	0	0	0	8	8	10	6
	Circular N°11	Transferencias de estudios.	1	0	0	0	6	6	10	2
	Circular N°12	Equivalencias de estudios.	1	0	0	0	6	6	10	2
	Circular N°13	Otorgamiento del Certificado de Educación Media, y el Título de Bachiller.	1	0	0	0	10	10	10	10
	Circular N°16	Cambios en los datos de identificación de los alumnos.	1	0	0	0	6	6	10	8
	Circular N°17	Enmiendas hechas al de Resumen Final del Rendimiento Estudiantil.	1	0	0	0	8	8	10	8
Circular N°20	Formato de Matrícula Inicial, Educación Preescolar, y 1ra y 2da Etapas de Educación Básica. Cédula Escolar.	1	0	0	0	10	10	10	8	
Circular N°05 (2004)	Asignaturas quedadas, irregulares y pendientes.	1	0	0	0	6	6	10	4	

	Identificación		Grado de Definición				Valoración			
	Nombre	Descripción	I1	I2	I3	I4	I1	I2	I3	I4
Requerimientos asociados a procesos internos del cliente.	Manual de Convivencia	Normas internas del Colegio San Ignacio.	1	0	0	0	10	10	10	10
	Boleta virtual	Registro de la Boleta de calificaciones.	1	0	0	0	10	8	0	4
	Evaluación cualitativa	Herramienta para registrar evaluación cualitativa.	1	0	0	0	8	1	0	6
	Indicadores	Registro de indicadores.	1	0	0	0	8	1	0	8
	Competencias	Registro de competencias.	1	0	0	0	8	1	0	8
	Evaluación continua	Herramienta para evaluación continua.	0	1	0	0	6	1	0	6
	Criterios estándar	Unificación de criterios de evaluación.	0	1	0	0	10	2	0	10
	Evaluación de Cierre	Registro de Evaluación de Cierre.	0	1	0	0	6	0	0	6
	Hist. Docente	Historial del docente.	1	0	0	0	10	0	0	4
	Hist. Alumno	Historial del alumno.	1	0	0	0	10	3	3	10
	Análisis estratégico	Herramienta de Reportes dinámicos y cruce de variables (BI).	0	0	1	0	7	0	0	2
	Hist. Empleados	Historial del personal administrativo, y servicios generales.	1	0	0	0	4	6	4	2
	Hist. Familias	Historial de familias y representantes.	1	0	0	0	10	0	0	2
	Permisos ausencia	Solicitudes de permisos para ausentarse.	0	1	0	0	6	0	0	6
	Hist. Pagos	Historial de pagos de matrículas.	1	0	0	0	10	10	10	6
	Condicionados	Registro de alumnos condicionados.	0	1	0	0	6	0	0	6
	Dpto. Psicología	Registro del Departamento de Psicología.	1	0	0	0	8	0	0	6
	Act. Extraescolares	Registro de actividades extraescolares.	0	1	0	0	8	8	8	6
	Uso de instalaciones	Registro de uso de las instalaciones.	1	0	0	0	8	10	0	2
	Act. Externas colegio	Registro de olimpiadas, y actividades de participación externa por colegio.	0	1	0	0	6	0	0	2
Act. Externas alumno	Registro de olimpiadas, y actividades de participación externa por alumno.	0	1	0	0	6	0	0	6	
Ingreso a universidades	Registro de ingreso en las universidades.	1	0	0	0	6	0	0	6	
Planif. De evaluación	Planificación de la evaluación de la asignatura.	1	0	0	0	10	0	0	2	
R.N.A.A.P.	Sello del colegio	Identificación de colegio, con sello.	1	0	0	0	10	10	10	10
	Colores estándar	Uso de colores del colegio.	1	0	0	0	10	6	8	10
	Acc. Intranet	Accesibilidad desde la intranet.	0	0	0	1	10	10	0	10
	Acc. Internet	Accesibilidad desde Internet.	1	0	0	0	10	10	0	10
	SIGEDUN	Comunicación directa con SIGEDUN	0	0	1	0	10	10	0	2

Tabla Anexo C-1 Tabla de Requerimientos

Nombre	Valoración General	Valoración Modificada por GD
Ley Orgánica de Educación	100	100
Reglamento General de la LOE	100	100

Nombre	Valoración General	Valoración Modificada por GD
Resolución N° 337	100	100
Resolución N° 266	100	100
Instructivo N°01	100	100
Circular N°02	100	100
Circular N°13	100	100
Manual de Convivencia	100	100
Sello del colegio	100	100
Circular N°03	98	98
Circular N°20	98	98
Hist. Pagos	96	96
Circular N°01	94	94
Circular N°17	86	86
Colores estándar	86	86
LOPNA	84	84
Circular N°05	84	84
Circular N°06	84	84
Circular N°10	84	84
Resolución N° 590	80	80
Resolución N° 38	80	80
Circular N°16	74	74
Circular N°04	70	70
Circular N°05 (2004)	70	70
Acc. Internet	70	70
Circular N°11	68	68
Circular N°12	68	68
Hist. Alumno	65	65
Boleta virtual	60	60
Act. Extraescolares	78	58.5
Uso de instalaciones	54	54
Hist. Docente	44	44
Hist. Empleados	42	42
Indicadores	42	42
Competencias	42	42
Hist. Familias	42	42
Planif. De evaluación	42	42
Criterios estándar	54	40.5
Evaluación cualitativa	40	40
Dpto. Psicología	38	38
SIGEDUN	62	31
Ingreso a universidades	30	30
Evaluación continua	32	24
Evaluación de Cierre	30	22.5
Permisos ausencia	30	22.5
Condicionados	30	22.5
Act. Externas alumno	30	22.5
Act. Externas colegio	26	19.5
Acc. Intranet	70	17.5
Análisis estratégico	30	15

Tabla Anexo C-2 Tabla de Valoración de Requerimientos

Anexo D DOFA del Proyecto y Tabla de Restricciones

		Eje positivo - negativo	
		Oportunidades	Debilidades
Eje externo – interno		<ul style="list-style-type: none"> - Unificación de criterios y procesos. - Facilidad en la administración de los datos. - Oportunidad para actualizar y depurar datos. - Oportunidad para revisar y optimizar procesos. - Se facilitará el análisis estratégico de los datos. - Se podrá generar una interfaz de usuario fácil de usar. - Oportunidad para estandarizar y optimizar los canales de comunicación del colegio. - Ahorro de costos por concepto de papelería y horas hombre. - Actualización de plataforma tecnológica del colegio - Existe cercanía entre la empresa ofertante y el colegio, lo que puede significar una garantía de soporte técnico rápido y oportuno. - El proyecto involucrará la participación del personal del colegio, lo que da garantías de que las necesidades del mismo serán cubiertas. - Igualmente, al involucrar distintas estructuras del colegio, existirá una buena oportunidad de integración entre las mismas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Percepción de que el proyecto tendrá costo elevado. - Percepción de que, con posterioridad al proyecto, los costos de licenciamiento, mantenimiento y soporte serán elevados. - Actualmente no existe integración entre las dependencias afectadas por el proyecto. - El equipo directivo no es uniforme en relación al interés en el proyecto (parte del equipo no lo considera importante). - La plataforma tecnológica del colegio no es moderna, por lo que existe el temor de que no sea capaz de manejar el producto. - El personal del colegio no tiene suficiente preparación para el uso de herramientas informáticas. - Existe el temor de que el producto puede ser muy difícil de manejar. - Empresa ofertante desconocida, lo que genera desconfianza en cuanto a la calidad y confiabilidad del producto; en cuanto a la confiabilidad del equipo de proyectos; y en cuanto a la permanencia de la empresa en el tiempo (garantía de soporte y mantenimiento).
		Fortalezas	Amenazas
		<ul style="list-style-type: none"> - Se agilizarán las comunicaciones con el Ministerio de Educación y Deportes. - Se podrá agilizar el proceso de inscripción, mediante el uso de Internet. - Se hará más fácil el acceso a la información, vía Internet. - Al concentrar la información en un solo sistema, también se concentrará el soporte y mantenimiento en un solo proveedor. - Existe la posibilidad de que el producto sea transferido a otros colegios de la Compañía de Jesús. - De convertirse en un caso de éxito, contribuirá a fortalecer la posición de la empresa en el mercado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Que otras empresas ofrezcan el mismo producto a un menor costo, o con mejores condiciones. - En caso de incumplimiento por parte de la empresa ofertante, se generará un efecto de desprestigio hacia la misma. - Cambios en las condiciones legales, que originen cambios en los requerimientos y alcances. - Fortalecimiento de SIGEDUN como herramienta. Posicionamiento de SIGEDUN como posible competencia. - Oposición al proyecto por parte de la Compañía de Jesús, o del Ministerio de Educación y Deportes.

Tabla Anexo D-1 DOFA del Proyecto

Restricciones del proyecto							
Tiempo							
Fecha inicio	M04 S04 2006	Fecha fin	M08 S03 2006	Duración	17S		
Costo							
Especificaciones de costo total hechas por el cliente				Min.	N/D	Máx.	N/D
CE 1	N/D	CE 2	N/D	CE 3	N/D	Costo estimado total	N/D
Calidad							
EC Cliente	Estándares de Calidad de la Compañía de Jesús	EC Empresa	PMBOK + FDD	EC Legal			

Tabla Anexo D-2 Tabla de Restricciones

Anexo E Tabla de Alcances

Identificación			Factibilidad de cumplimiento			
Nombre	Descripción	AI ¹	I1	I2	Factores éticos	Otros factores
Fecha Inicio	Cuarta semana de abril, fecha establecida por el cliente		8	8	N/A	Depende de Aprobación del Proyecto
Fecha Fin	Tercera semana de agosto, fecha establecida por el cliente		8	8	N/A	De acuerdo a Planificación por Características (FDD)
EC de la CJ	Estándares de Calidad de la Compañía de Jesús		5	10	Serán tomados en cuenta desde el punto de vista ético	N/A
Metodología PMBOK + FDD	Aplicación de la metodología de gerencia de proyectos seleccionada		8	8	N/A	Incluye requerimientos de las metodologías, como WBS, Modelo General, Planes subsidiarios del Plan de Gestión del Proyecto, etcétera
Estimación de costos	No está disponible en este momento ²		10	10	N/A	N/A
Req. Marco	Requerimientos que no reflejan características, según lo establecido por la metodología FDD. Para Descripción, ver Tabla 7-4		10	10	Serán tomados en cuenta durante todo el proyecto	N/A
Informe Ejecutivo	Alcance establecido para atacar riesgos identificados en Análisis DOFA		10	10	N/A	N/A
Documentación del Producto	Alcance establecido para atacar riesgos identificados en Análisis DOFA		8	8	N/A	N/A
Estrategia de Adiestramiento	Alcance establecido para atacar riesgos identificados en Análisis DOFA		5	6	N/A	Se evaluará el apoyo de personal externo al proyecto
Adiestramiento	Alcance establecido para atacar riesgos identificados en Análisis DOFA		5	5	N/A	

¹ Acuerdos de Inclusión. Ver apartado 7.3.

² Ver apartado 7.3.

Identificación			Factibilidad de cumplimiento			
Nombre	Descripción	AI ¹	I1	I2	Factores éticos	Otros factores
Eval. de Plataf. Tecnológica	Alcance establecido para atacar riesgos identificados en Análisis DOFA		10	7	N/A	N/A
Minimización de Req. Técnicos	Alcance establecido para atacar riesgos identificados en Análisis DOFA		10	10	N/A	N/A
Evaluación de Procesos	Alcance establecido para atacar riesgos identificados en Análisis DOFA		3	2	N/A	Se evaluará el apoyo de personal externo al proyecto
Descripción de Procesos	Alcance establecido para atacar riesgos identificados en Análisis DOFA		3	5	N/A	
Datos Actualizados	Alcance establecido para atacar riesgos identificados en Análisis DOFA		8	5	N/A	
Heramientas Administrativas	Alcance establecido para atacar riesgos identificados en Análisis DOFA		10	8	N/A	N/A
Interfaz de Usuario Gráfica	Alcance establecido para atacar riesgos identificados en Análisis DOFA		10	8	N/A	N/A
Sistema Unificado	Alcance establecido para atacar riesgos identificados en Análisis DOFA		10	8	N/A	N/A
Participación del Cliente	Alcance establecido para atacar riesgos identificados en Análisis DOFA		5	8	N/A	Se necesitará el apoyo del personal del Colegio, externo al proyecto
Producto Parametrizable	Alcance establecido para atacar riesgos identificados en Análisis DOFA		8	8	N/A	
Monitoreo de SIGEDUN	Alcance establecido para atacar riesgos identificados en Análisis DOFA		5	3	N/A	
Contacto con el MED y la CJ	Alcance establecido para atacar riesgos identificados en Análisis DOFA		5	3	N/A	
Integración al Portal del Colegio	Alcance establecido para atacar riesgos identificados en Análisis DOFA		2	8	N/A	
Plan de Licenciamiento, Mantenimiento y Soporte	Alcance establecido para atacar riesgos identificados en Análisis DOFA		8	6	N/A	N/A
Req. Prioridad 1	Ver Tabla 7-4		10	8	N/A	De acuerdo a Planificación por Características (FDD), y a Plan de Manejo de Riesgos
Req. Prioridad 2	Ver Tabla 7-4		10	8	N/A	
Req. Prioridad 3	Ver Tabla 7-4		10	8	N/A	
Req. Prioridad 4	Ver Tabla 7-4		10	8	N/A	
Req. Prioridad 5	Ver Tabla 7-4		10	8	N/A	
Req. Prioridad 6	Ver Tabla 7-4		10	8	N/A	
Req. Prioridad 7	Ver Tabla 7-4		10	8	N/A	

Identificación			Factibilidad de cumplimiento			
Nombre	Descripción	AI ¹	I1	I2	Factores éticos	Otros factores
Req. Prioridad 8	Ver Tabla 7-4		10	8	N/A	
Req. Prioridad 9	Ver Tabla 7-4		10	8	N/A	
Req. Prioridad 10	Ver Tabla 7-4		10	8	N/A	
Req. Prioridad 11	Ver Tabla 7-4		10	8	N/A	
Req. Prioridad 12	Ver Tabla 7-4		10	8	N/A	
Req. Prioridad 13	Ver Tabla 7-4		10	8	N/A	
Req. Prioridad 14	Ver Tabla 7-4		10	8	N/A	
Req. Prioridad 15	Ver Tabla 7-4		10	8	N/A	
Req. Prioridad 16	Ver Tabla 7-4		5	5	N/A	
Req. Prioridad 17	Ver Tabla 7-4		5	5	N/A	
Req. Prioridad 18	Ver Tabla 7-4		5	5	N/A	
Req. Prioridad 19	Ver Tabla 7-4		2	2	N/A	
Req. Prioridad 20	Ver Tabla 7-4		10	8	N/A	
Req. Prioridad 21	Ver Tabla 7-4		5	5	N/A	
Req. Prioridad 22	Ver Tabla 7-4		10	8	N/A	
Req. Prioridad 23	Ver Tabla 7-4		10	8	N/A	
Req. Prioridad 24	Ver Tabla 7-4		2	0	N/A	
Req. Prioridad 25	Ver Tabla 7-4		2	2	N/A	

Tabla Anexo E-1 Tabla de Alcances

Anexo F Acta de Constitución del Proyecto

Acta de Constitución del Proyecto

Preparada por: **Marco Bastardo**

Fecha de Emisión: **30 de marzo de 2006**

Nombre del Proyecto: **PROYECTO SAN IGNACIO**

Descripción: **Proyecto de desarrollo de un software para el apoyo informático de los procesos de control de estudios en unidades educativas**

Finalidad: **Satisfacer los Requerimientos del Cliente, enumerados en la Tabla Anexo C-1; y crear las condiciones propicias para el mantenimiento de la Oportunidades y Fortalezas identificadas en el Diagnóstico Estratégico del Proyecto (Tabla Anexo D-1)**

Requisitos: **Selección de Metodología de Gerencia de Proyectos; Levantamiento de Requerimientos, Restricciones, Diagnóstico Estratégico del Proyecto (Análisis DOFA)**

Descripción del Producto: **Software, con arquitectura Cliente – Servidor, Desarrollado para ser usado vía WEB, diseñado para dar soporte los procesos de control de estudios del Colegio San Ignacio de Loyola**

Finalidad del Producto: **Dar apoyo informático a sus procesos de control de estudios**

Requisitos del Producto: **Ver Enunciado del Alcance del Proyecto Preliminar, *Requisitos del Producto***

Cliente: **Unidad Educativa Colegio San Ignacio de Loyola**

Interesados: **Unidad Educativa Colegio San Ignacio de Loyola**

Influencias: **Ministerio de Educación y Deportes**

Gerente del Proyecto: **Marco Bastardo**

Participación de Organizaciones Funcionales: **Dirección; Subdirección; Subdirección Administrativa; Secretaría; Coordinación Pedagógica; Departamento de Evaluación y Control de Estudios**

Restricciones: **Ver Enunciado del Alcance del Proyecto Preliminar, Restricciones**

Cronograma de Hitos: **Ver Enunciado del Alcance del Proyecto Preliminar, *Cronograma de Hitos***

Aspectos Financieros (Resumen): **Por solicitud del cliente, este aspecto será desarrollado posteriormente, en caso de acordarse la continuación del proyecto, y como paso previo a su inicio**

Oportunidades de Negocio: **Ver Aspectos Financieros (Resumen)**

Retorno de Inversión: **Ver Aspectos Financieros (Resumen)**

Presupuesto Resumido: **Ver Aspectos Financieros (Resumen)**

Revisado por:

Aprobado por:

Anexo G Enunciado del Alcance del Proyecto Preliminar

Enunciado del Alcance del Proyecto Preliminar

Preparada por: **Marco Bastardo**

Fecha de Emisión: **30 de marzo de 2006**

Nombre del Proyecto: **PROYECTO SAN IGNACIO**

Objetivos: **Desarrollar un software para el apoyo informático de los procesos de control de estudios en unidades educativas, tomando en cuenta el Diagnóstico Estratégico del Proyecto (Tabla Anexo D-1)**

Requisitos: **Ver Acta de Constitución del Proyecto, *Requisitos***

Entregables: **Producto (Software) desarrollado; Documentación Técnica del producto; Manuales de Usuario; Licencias de Uso**

Criterios de Aceptación: **Cumplimiento de los Acuerdos de Inclusión de los Alcances (Tabla Anexo E-1); Los Acuerdos de Inclusión tomarán en cuenta los indicadores de Factibilidad de Cumplimiento, y serán establecidos inmediatamente después de los Aspectos Financieros, en caso de acordarse la continuación del proyecto, y como paso previo a su inicio**

Objetivos del Producto: **Dar soporte los procesos de control de estudios del Colegio San Ignacio de Loyola**

Requisitos del Producto: **Requerimientos identificados en la Tabla Anexo C-1**

Características del Producto: **Software, con arquitectura Cliente – Servidor, Desarrollado para ser usado vía WEB**

Criterios de Aceptación del Producto: **Aceptación por Característica, según estipulado en Metodología FDD**

Restricciones: **Restricciones de Tiempo-Costo-Calidad establecidas en Tabla Anexo D-2; Requerimientos Marco (según definición en apartado 7.2)**

Cronograma de Hitos:

Número de Hito	Descripción	Fecha
1	Inicio del Proyecto	S0 (M04 S04 2006)
2	Plan de Gestión del Proyecto	S2
3	Modelo General del Sistema	S4
4	Lista de Características	S5
5	Plan de construcción por Característica	S5
6	Inicio 1ra Iteración	S6
-	Iteraciones subsiguientes	Cada 2S
7	Fecha de Inicio de clases	S17 (M08 S03 2006)
8	Fin última Iteración	S28
9	Fin del Proyecto	S32 (M11 S05 2006)

WBS Inicial: **No aplica a metodología FDD; es reemplazada por Lista de Características (por desarrollar)**

Organización Inicial: **Roles establecidos por la Metodología FDD (ver Abrahamsson et al., 2002)**

Riesgos Iniciales: **Debilidades y Amenazas identificadas en el Diagnóstico Estratégico del Proyecto (Tabla Anexo D-1); Riesgos asociados al incumplimiento de las Restricciones del Proyecto**

Estimación de Costes: **N/D; Ver Acta de Constitución del Proyecto, Aspectos Financieros (Resumen)**

Revisado por:

Aprobado por:
