

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 3



Guía de adaptación del proceso de planificación de los proyectos de desarrollo del sistema Cedrux al modelo Líneas de Productos de Software

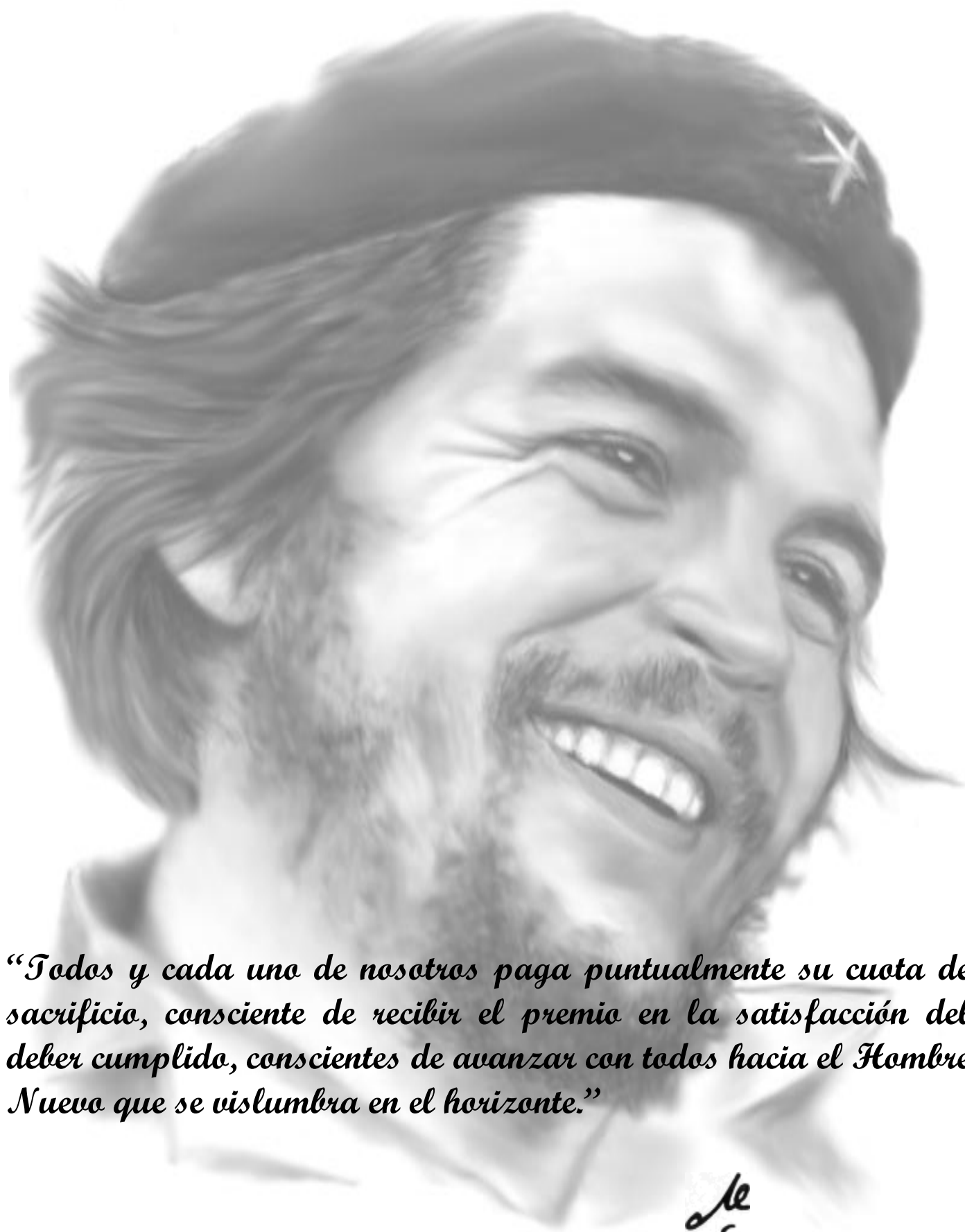
Trabajo de Diploma para optar por el título de
Ingeniero en Ciencias Informáticas

Autor: Yisel Laffita Muguercia

Tutor: MsC. Leyanis Santiesteban

La Habana, Junio 2011

“Año 53 de la Revolución”



“Todos y cada uno de nosotros paga puntualmente su cuota de sacrificio, consciente de recibir el premio en la satisfacción del deber cumplido, conscientes de avanzar con todos hacia el Hombre Nuevo que se vislumbra en el horizonte.”

le

Declaración de Autoría

Declaramos ser autores de la presente tesis y reconocemos a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmamos la presente a los ____ días del mes de _____ del año _____.

Yisel Laffita Muguercia

MsC. Leyanis Santiesteban Quintana

Firma del Autor

Firma del Tutor

Datos de Contacto

Tutor: MsC. Leyanis Santiesteban Quintana

Ingeniero en Ciencias Informáticas, Universidad de las Ciencias Informáticas, 2008

Instructor, Universidad de las Ciencias Informáticas, 2010

Máster en Gestión de Proyectos Informáticos, Universidad de las Ciencias Informáticas, 2011

Agradecimientos

A mi mamá (mi negrita linda) por ser lo más grande de mi vida, por su ejemplo de sacrificio, valor y perseverancia. Por apoyarme siempre y ser mi guía. Por ti mami hoy soy ingeniera.

A mis dos hermanos Yulo y Yeki, por ser mi inspiración, porque son los que me impulsan a seguir adelante, por permitirme de alguna manera ser su ejemplo, por estar orgullosos de mí y sobre todas las cosas por recordarme siempre que me quieren.

Mi hermano (Yulo) porque aparte de ser hermano, todos estos años me ha protegido y cuidado como si fuera mi padre.

Mi hermanita, mi chichí (Yeki) por ser mi pequeñita y quererme tanto, por hacerme sentir orgullosa de ella, por cuidarme tanto.

A Eider por criarme como su hija desde pequeña, por cuidar de mi mamá y mis hermanos, por el papel de padre que has hecho.

A mi precioso nené, mi novio Islandy, gracias a ti hoy estoy aquí parada defendiendo mi tesis, tú que has estado siempre en las buenas y malas, por todas las malcriadeces que nos hemos aguantado, por ser lo mejor que me ha pasado en la vida, por darme fuerzas todos estos momentos que los necesité, cuando pensé que no podía más y casi me rendía. Por decirme: “Nena tu puedes” cuando quise renunciar y hacerme creer en mí. Por hacerme sentir tan orgullosa de estar a su lado. Por la huella tan hermosa que ha puesto en mí. Te amo mi tesoro.

A mi papá aunque nunca estuvo a mi lado ni siquiera en los momentos más importantes de mi vida, sé que en estos momentos piensa en mí y va a estar muy orgulloso cuando sepa que ya soy ingeniera.

A mi tía Baby por cuidar siempre de mi mamá, por malcriarme como a una niña pequeña. Por ser tan protectora.

A mis tíos Ivis y Guelo, por quererme como otra hija más, por hacerme sentir tan especial.

A mis demás tíos (Clody, Leiser, Augusto, Sixta, Irene, Damaris, Victoria) por el apoyo que siempre me han dado.

A mis primos (Yesenia, Leli, Nana, Tito, Ale, Lele, Eldita, Eliesner, Papito, Nené, Chichito, Mimi, Aniuska, Ronelis) por siempre estar atentos de mí y de mis estudios.

A mis suegros por siempre estar atentos y creer en mí, por permitirme ser parte de su familia y acogerme como su hija.

A toda la familia de Islandy en especial abuela, tía Nidia, Ricardito, Yoe, Rey, Danay, por su preocupación y apoyo.

A mi tutora por todos los momentos dedicados, por su paciencia, sus consejos, su preocupación y sus cuidados. Por ayudarme a llegar hasta aquí. Muchas gracias..

A mis siempre amigos: Yulieska que aunque no haya terminado es mi súper amiga. A Yennis por ser la primera amiga que tuve aquí en la universidad y por mantenerlo así, por ser tan excelente persona y siempre estar atenta. A Imilci aunque siempre te estés poniendo celosa y diciendo que quiero más a otros que a ella te quiero mucho y nunca te voy a olvidar. A Leisy por mantenerte siendo mi amiga desde la secundaria. A Sandra y Elián porque son como mis 2 hermanitos aquí en la escuela, siempre atentos cuidando de mí y preocupándose. Sin el apoyo y preocupación de todos ustedes, no hubiese podido llegar hasta aquí. Aunque no nos volvamos a ver los voy a llevar siempre presente.

A Ivian, por ser como una hermana, por escucharme siempre y porque aunque esté tan lejos está hoy aquí conmigo y sé que quisiera estarlo, por estar atenta aunque no esté aquí conmigo, por su preocupación.

A mis compañeros de aula vieja y nueva (Rogsany, Tamara, Grettell, Aniuska, Sullivan, Roberto, Humberto, Alejandro, Lari, Cervela, Pablito, Yesmín, Driggs, Tito, Raquelita, Daylin, Ani Luz, Leonel, Yanelis, Yaksel, Rolando, Zerelda, Javier, Yaidel, Dayana, Yarimis, Hanny) por aguantarme estos cinco años.

A todos mis profesores, Yaniselis, Odette, en especial a Yanet por su apoyo, por su ayuda y por estar siempre atenta.

A los que no son del aula pero que igual los llevo presente Aylin, Isandra, Ivian, Leydi, La chofo.

A los del apartamento de Islandy: Naimí por aguantarme las malcriadeces y yo tener que aguantárselas a ella, Reinier, Delmis, Didier, Alejandro, Yoan, Dennis, Rodolfo.

A la Revolución, a Fidel y a la UCI por haberme dado la oportunidad de formarme como ingeniera.

Dedicatoria

A mi mamá lo más grande de mi vida.

A mi hermano Yulo mi gran inspiración.

A mi hermana Yekj mi pequeña.

A mi nené Islandy por la hermosa e imborrable huella que va dejando en mí.

Resumen

En el presente trabajo se describe una guía de adaptación del proceso de planificación de los proyectos de desarrollo del sistema Cedrux al modelo Líneas de Productos de Software (LPS). La misma está enfocada en la adaptación del proceso de planificación planteado en la Metodología para la planificación del proyecto ERP (Planificación de Recursos Empresariales) cubano. El ajuste se realizó principalmente en los subprocesos Estimación de duración de las actividades y Construcción del cronograma. La solución propuesta tiene como principal objetivo mejorar la estimación en la planificación del proceso de desarrollo del sistema Cedrux en correspondencia con el modelo LPS. La validación del presente trabajo se desarrolló a través de criterio de expertos empleando el método cuantitativo Delphi. A partir de este método se determinó que la guía de adaptación propuesta posee alta probabilidad de éxito, con un nivel de confianza del 95%.

Palabras Claves

Guía de adaptación, proyectos de desarrollo del sistema Cedrux, planificación, Líneas de Productos de Software

Índice

<i>Introducción</i>	1
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
1.1 <i>Introducción</i>	6
1.2 <i>Planificación de proyectos</i>	6
1.2.1 <i>Importancia de la planificación de proyectos</i>	6
1.3 <i>Líneas de Productos de Software (LPS)</i>	7
1.4 <i>Modelos, Guías y Metodologías reconocidas en la gestión de proyectos y otras de interés para la investigación.</i>	8
1.4.1 <i>CMMI (Capability Maturity Model Integration)</i>	8
1.4.2 <i>PMBOK</i>	9
1.4.3 <i>RUP (Rational Unified Process)</i>	10
1.4.4 <i>PRINCE2 (Projects in Controlled Environments)</i>	11
1.4.5 <i>Metodología para la planificación del proyecto ERP cubano</i>	12
1.4.6 <i>Análisis comparativo entre los Modelos, Guías y Metodologías reconocidas en la gestión de proyectos y otras de interés para la investigación.</i>	13
1.5 <i>Conclusiones del capítulo</i>	15
CAPÍTULO 2: GUÍA DE ADAPTACIÓN	17
2.1 <i>Introducción</i>	17
2.2 <i>Explicación de la guía</i>	17
2.2.1 <i>Subproceso Definición de las actividades</i>	18
2.2.2 <i>Subproceso Establecimiento de la secuencia de las actividades</i>	20
2.2.3 <i>Subproceso Estimación de la duración de las actividades</i>	21
2.2.5 <i>Subproceso Construcción del cronograma</i>	25
2.2.6 <i>Subproceso Validación de la calidad del cronograma</i>	28
2.3 <i>Conclusiones del capítulo</i>	29
CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA	31
3.1 <i>Introducción</i>	31
3.2 <i>Método para la validación de la propuesta</i>	31
3.3 <i>Análisis de la evaluación técnica de la propuesta</i>	36
3.4 <i>Conclusiones del capítulo</i>	37

<i>Conclusiones Generales</i>	38
<i>Recomendaciones</i>	39
<i>Referencias Bibliográficas</i>	40
<i>Bibliografía</i>	42
<i>Glosario de términos</i>	45
<i>Anexos</i>	46
<i>Anexo 1. Vista del cronograma tipo en el Gespro (v11.05)</i>	46
<i>Anexo 2. Plantilla para la lista de actividades del proyecto</i>	46
<i>Anexo 3. Plantilla del monitoreo para el control de la calidad del cronograma</i>	47
<i>Anexo 4. Guía para el monitoreo y control de la calidad del cronograma</i>	47
<i>Anexo 5. Plantilla para el método de estimación</i>	49
<i>Anexo 6. Guía para Informar el Peso de los Criterios</i>	50
<i>Anexo 7. Guía para la evaluación</i>	52
<i>Anexo 8. Tabla de los valores del peso relativos a cada criterio</i>	53
<i>Anexo 9. Tabla para el cálculo de Concordancia</i>	54
<i>Anexo 10. Tabla para la calificación de cada criterio</i>	55
<i>Anexo 11. Tabla de Distribución Chi Cuadrado</i>	56

Índice de Figuras

Figura 1. Esquema planificación detallada.....	13
Figura 2. Componentes de la Guía de adaptación	18
Figura 3. Subproceso Definición de las actividades	19
Figura 4. Actividades a incorporar. Fases de Inicio, Elaboración, Ejecución.....	19
Figura 5. Actividades a incorporar. Fase de Cierre, Control y seguimiento	20
Figura 6. Subproceso Establecimiento de la secuencia de las actividades.....	20
Figura 7. Subproceso Estimación de duración de las actividades.....	21
Figura 8. Características de los desarrolladores	22
Figura 9. Factores de Complejidad.....	23
Figura 10. Características del componente.....	23
Figura 11. Variables definidas	24
Figura 12. Vista de la plantilla del método de estimación	25
Figura 13. Subproceso Construcción del cronograma.....	26
Figura 14. Composición del Cronograma Tipo Propuesto.....	27
Figura 15. Vista del cronograma tipo en el Gespro (v11.05)	28
Figura 16. Subproceso Validación de la calidad del cronograma	29

Índice de Tablas

<i>Tabla 1. Análisis comparativo entre los Modelos, Guías y Metodologías reconocidas en la gestión de proyectos y otras de interés para la investigación.....</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 2. Resumen de la evaluación emitida por los expertos.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 3. Cálculo de concordancia de Kendall.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 4. Resumen de la clasificación de cada criterio.....</i>	<i>35</i>

Introducción

La revolución informática que se inició hace cincuenta años se ha intensificado en las últimas décadas. Esto ha sido provocado por el permanente progreso de las nuevas tecnologías y las redes de datos en los diferentes ambientes en los que se desenvuelven las actividades humanas, en conjunto con la creciente globalización de la economía y el conocimiento. Los cuales conducen a profundos cambios estructurales en todas las naciones, de los que nuestro país no puede permanecer ajeno (1).

La industria cubana del software está llamada a convertirse en una significativa fuente de ingresos nacional, como resultado del correcto aprovechamiento de las ventajas del considerable capital humano disponible. La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) juega un papel importante en el desarrollo de esta industria y en la materialización de los proyectos asociados al programa de informatización del país (2). Esta meta es posible de alcanzar siguiendo principios donde la correcta planificación y la reutilización del software jueguen el papel principal en el desarrollo de sus proyectos.

La planificación en un proyecto constituye una de las áreas fundamentales para realizar un desarrollo cualquiera del mismo, esta no sólo permite darle fechas al proyecto, sino también estudiar detenidamente su alcance y factibilidad y distribuir los recursos lo más acorde posible a las necesidades del mismo.

Para asegurar el avance de un proyecto dentro de los plazos dispuestos es necesario realizar una planificación con un nivel tal de determinación que le posibilite al planificador o al jefe de proyecto, supervisar continuamente el progreso del proyecto. Además examinar el estado de las actividades planificadas, gestionar apropiadamente las situaciones no previstas y garantizar el cumplimiento de metas productivas trazadas (3).

Actualmente la UCI se encuentra inmersa en la certificación del nivel 2 de CMMI (Capability Maturity Model Integration), para lo cual la universidad ha desarrollado un proceso de mejoras. El mismo determina de forma estándar la ejecución de varios procesos, principalmente el proceso de planificación.

En el Centro de Informatización de la Gestión de Entidades (CEIGE) se han realizado varias investigaciones con el fin de personalizar y adaptar dicho proceso de mejoras a las necesidades particulares de los proyectos de desarrollo del sistema Cedrux. Este centro tiene entre sus proyecciones potenciar el desarrollo bajo un esquema industrial, o sea aplicando el modelo LPS. El cual es un conjunto de sistemas de software que comparten un conjunto común y gestionado de aspectos que satisfacen las necesidades específicas de un segmento de mercado o misión. Además son desarrollados a partir de un conjunto común de activos fundamentales de software de una manera prescrita (4).

La idea de la reutilización para mejorar la calidad y disminuir los costos de desarrollo, no es nueva, las LPS sin duda alguna, implican la reutilización. Cuando los sistemas de una LPS son desarrollados a partir de un conjunto común de activos de forma prescrita se pueden lograr importantes economías de

producción, sin embargo, si son desarrollados por separado, a partir de cero, o de una manera arbitraria, estas importantes economías de producción no se pueden lograr (4).

Una LPS está enfocada a acumular beneficios (los cuales se derivan de la reutilización de activos básicos de manera estratégica), en múltiples niveles proporcionándole a la organización una gran ventaja competitiva, algunos de estos beneficios son (4):

- ✓ Ganancia en la productividad.
- ✓ Aumento de la calidad del producto.
- ✓ Mayor satisfacción al cliente.
- ✓ Uso eficiente de los recursos humanos.
- ✓ Eficiencia en el uso de la fuerza laboral.

En el CEIGE existen principios de este modelo que se han comenzado a aplicar. Por entrevistas realizadas a jefes de proyectos y directivos del CEIGE se detectaron algunas cuestiones, tales como:

- ✓ El proceso de planificación de los proyectos de desarrollo del sistema Cedrux no se adapta al modelo LPS.
- ✓ El actual método de estimación de los proyectos de desarrollo del sistema Cedrux, sólo está preparado para el desarrollo de componentes desde cero, por lo que no contempla estimaciones para el desarrollo bajo un esquema de reutilización.
- ✓ El ciclo de vida del modelo LPS propone actividades de reutilización que no se encuentran definidas en el ciclo de vida de los proyectos de desarrollo del sistema Cedrux en el CEIGE por lo que existe una diferencia entre estos.
- ✓ El cronograma tipo que se utiliza en los proyectos de desarrollo del sistema Cedrux no contempla las actividades de reutilización que propone el modelo LPS las cuales son necesarias para el desarrollo bajo este modelo.

A partir de la situación anterior se identificó el siguiente **problema**: El proceso de planificación de los proyectos de desarrollo del sistema Cedrux no se adapta al modelo LPS lo cual dificulta la estimación en estos.

De esta manera, el **objeto de estudio** son los proyectos de desarrollo del sistema Cedrux.

Todos estos puntos que se analizaron conllevaron a determinar el **objetivo general** de este trabajo: Elaborar una guía de adaptación del proceso de planificación de los proyectos de desarrollo del sistema Cedrux al modelo LPS que permita introducir mejoras en la estimación del desarrollo.

El **campo de acción** determinado fue: el proceso de planificación de los proyectos de desarrollo del sistema Cedrux.

Para ello se plantea la siguiente **idea a defender**: La guía de adaptación del proceso de planificación de los proyectos de desarrollo del sistema Cedrux al modelo LPS permitirá mejorar la estimación en estos.

Teniendo en cuenta este propósito, se establecieron los siguientes **objetivos específicos**:

- ✓ Realizar estudio del estado del arte acerca del proceso de planificación en el modelo LPS.
- ✓ Elaborar una guía de adaptación del proceso de planificación de los proyectos de desarrollo del sistema Cedrux al modelo LPS.
- ✓ Validar técnicamente la solución propuesta.

Para resolver la situación planteada se desarrollaron un conjunto de **tareas de investigación**:

- ✓ Definición del diseño de la investigación.
- ✓ Comparación de las tendencias de la planificación.
- ✓ Definición del enfoque de planificación de los proyectos de desarrollo del sistema Cedrux.
- ✓ Caracterización del proceso de planificación en el modelo LPS.
- ✓ Investigación de la existencia de soluciones para la planificación de proyectos desarrollados bajo el modelo LPS.
- ✓ Actualización de las actividades correspondientes al ciclo de vida de los proyectos de desarrollo del sistema Cedrux.
- ✓ Adaptación de los subprocesos de la planificación de los proyectos de desarrollo del sistema Cedrux al modelo LPS.
- ✓ Elaboración de artefactos necesarios a utilizar en el proceso de planificación en correspondencia con la adaptación realizada.
- ✓ Selección del método de evaluación técnica de la propuesta.
- ✓ Realización de la validación de la propuesta.
- ✓ Análisis de los resultados obtenidos de la validación realizada.

Diseño metodológico:

Se definieron además como **población**: los proyectos de desarrollo bajo el modelo LPS.

Como **unidad de estudio** se tomaron: los proyectos de desarrollo bajo el modelo LPS en la UCI. Para definir la misma se utilizó el estudio contenido en la Propuesta de modelo de desarrollo para Líneas de Productos de Software en centros de producción (5), el cual plantea que los proyectos que utilizan el modelo LPS en la UCI son los que integran el DATEC y la Dirección Técnica de la UCI. Además se

tuvieron en cuenta los proyectos de desarrollo del sistema Cedrux los cuales no utilizan formalmente este modelo pero sí incorporan algunos rasgos del mismo.

Como **muestra**: El 75% de los proyectos de desarrollo bajo el modelo LPS en la UCI.

De los proyectos de desarrollo que utilizan LPS en la UCI no se incluyeron en la muestra los siguientes:

- ✓ Activos Fijos
- ✓ Planificación Empresarial y Presupuestada
- ✓ Dirección Por Objetivos
- ✓ Auditoría

Estos proyectos no se tuvieron en cuenta debido a que aún su fase de implementación no se ha completado, por lo cual no se podían obtener los datos necesarios para incorporar a la base de conocimiento y obtener las estimaciones necesarias. Esta información fue obtenida a partir de la información estadística existente en el CEIGE.

TÉCNICAS DE MUESTREO:

Muestreo intencional no probabilístico: se decide usar ya que para la investigación y realización de este trabajo se van a elegir elementos de mayor representación y con la posibilidad de mostrar la mayor información posible, de acuerdo a los intereses del trabajo.

MÉTODOS CIENTÍFICOS DE INVESTIGACIÓN:

Para la ejecución del trabajo se emplean los **Métodos Teóricos** para revelar y explicar las relaciones esenciales del objeto de investigación ellos son:

Analítico-Sintético: para recopilar información acerca de las características generales y esenciales además de los conceptos más actuales basados en la planificación y la reutilización de software en proyectos de desarrollo.

Inducción-Deducción: para analizar los distintos criterios expuestos por otros autores a partir del estudio de conocimientos generales y así llegar a conclusiones sobre los elementos necesarios acerca de la planificación en los proyectos y poder arribar a proposiciones generales.

Histórico-Lógico: para estudiar la evolución y el comportamiento del fenómeno que se investiga. Lo que facilitará la comprensión de los antecedentes y causas históricas de la planificación en los proyectos.

Se utilizan además los **Métodos Empíricos** para revelar y explicar las características del objeto de estudio tales como:

Encuesta: para constatar que la solución propuesta cumpla con los objetivos del trabajo, estas se aplicaron principalmente a expertos para validar la solución que se propone.

Entrevista: Para determinar los problemas que conllevaron a la realización del presente trabajo y para obtener información acerca del desarrollo de los proyectos de software de la universidad y así lograr una mayor visión de lo que se quiere lograr.



CAPÍTULO 1

Fundamentación Teórica

1.1 Introducción

En este capítulo se describe la importancia de la planificación y se presenta un estudio sobre el tema de las Líneas de Productos de Software. Se estudian algunas escuelas reconocidas en el mundo y otras Metodologías de interés para la investigación en cuanto a la gestión de proyectos y el proceso de planificación que llevan a cabo. Además se realiza un análisis comparativo entre las mismas y se decide cuál es la más adecuada para adquirir como base en la elaboración de la guía de adaptación que se propone.

1.2 Planificación de proyectos

La planificación de proyectos proporciona un marco de trabajo que le permite al planificador realizar estimaciones de recursos, costos y planificación temporal. Estas estimaciones se realizan en un tiempo determinado al comienzo del proyecto y deben ser actualizadas a medida que avanza el mismo (3).

Para que se alcance una planificación efectiva en el proyecto se debe tener en cuenta el avance de la planificación detallada, logrando así anticipar los problemas que puedan surgir y de esta manera preparar anticipadamente soluciones para contrarrestar estos problemas (6). Gracias a la planificación en un proyecto se puede llevar un control del estado del mismo y un orden determinado en el proceso de desarrollo.

1.2.1 Importancia de la planificación de proyectos

La planificación de proyectos garantiza en gran medida la eficiencia en el desempeño del equipo del proyecto pues establece métodos de utilización racional de los recursos y del tiempo. Además proporciona los elementos necesarios para llevar a cabo el control en el proyecto y establecer un sistema adecuado para la toma de decisiones que hagan frente a las contingencias que pudieran presentarse. Se ocupa tanto de los fines, como de los medios y sin ella los proyectos podrían estar trabajando indefinidamente sin alcanzar los objetivos propuestos. En cuanto a los directivos de cualquier proyecto, les ayuda a visualizar las futuras posibilidades y asumir cambios que favorezcan el nivel productivo del equipo (6).

Roger S. Pressman plantea que: “el objetivo de la planificación del proyecto de software es proporcionar un marco de trabajo que permita al gestor hacer estimaciones razonables de recursos, coste y planificación temporal” (7).



Según PRINCE2 la gestión de proyectos: “es la planificación, seguimiento y control de todos los aspectos de un proyecto y la motivación de todos los que participan en él para lograr los objetivos del proyecto a tiempo y con el costo, la calidad y el rendimiento que se especifica” (8).

Por lo que en la planificación de los proyectos deben intervenir todos los integrantes del proyecto motivando un entorno que impulse e incluya a todos, para lograr que se cumplan con los objetivos propuestos y que se realicen estimaciones de costo, tiempo y recursos reales.

Actualmente a la planificación se le añade un nuevo elemento a tener en cuenta debido a las circunstancias actuales y es la estimación a partir de la optimización de los recursos. Uno de los principios que ha generado ha sido la reutilización como solución a la escasez de recursos, las LPS han ayudado a las organizaciones a superar estos problemas.

1.3 Líneas de Productos de Software (LPS)

LPS es un conjunto de sistemas de software que comparten un conjunto común y administrado de características que satisfacen las necesidades específicas de un segmento de mercado o misión y que son desarrollados a partir de un conjunto común de activos básicos de software de una manera prescrita (9).

Organizaciones de todo tipo y tamaño han descubierto que una estrategia de LPS aplicada hábilmente puede traer consigo muchos beneficios y dar a las mismas una gran ventaja competitiva. Algunos de estos beneficios son (9):

- ✓ Mejora la productividad en hasta 10 veces.
- ✓ Aumento de la calidad tanto como 10 veces.
- ✓ Disminución de los costos hasta en un 60%.
- ✓ Disminución de las necesidades de mano de obra hasta en un 87%.
- ✓ Disminución del tiempo de comercialización hasta en un 98%.
- ✓ Capacidad para entrar en nuevos mercados en meses.

Las LPS compensan la inversión en estos y otros bienes básicos (10):

- ✓ Los requisitos y análisis de requerimientos.
- ✓ La arquitectura de software y diseño.
- ✓ Ingeniería de rendimiento.
- ✓ Los planes de prueba, casos de prueba y datos de ensayo.
- ✓ Las personas: sus conocimientos y habilidades.
- ✓ Los procesos, métodos y herramientas.
- ✓ Los presupuestos, programas y planes de trabajo.
- ✓ Los componentes y servicios.



Sin duda, las LPS constituyen un modelo de desarrollo importante y factible que le permite a las empresas realizar mejoras de gran dimensión en el tiempo de desarrollo y comercialización, el costo, la productividad, la calidad y en la racionalización de los recursos.

1.4 Modelos, Guías y Metodologías reconocidas en la gestión de proyectos y otras de interés para la investigación.

1.4.1 CMMI (Capability Maturity Model Integration)

Constituye un marco de referencia para la mejora de procesos y facilita a las empresas los elementos primordiales de procesos efectivos. Además ayuda a la integración de funciones de la organización para las que establece metas y prioridades de mejora de procesos (11). Plantea cinco niveles de madurez:

- ✓ Inicial
- ✓ Proyecto
- ✓ Organización
- ✓ Medido
- ✓ Optimizado

Y seis áreas de procesos las cuales cuentan cada una con objetivos específicos y prácticas asociadas a cada uno de estos objetivos, de estas una se refiere a la planificación:

Área de Planeación del proyecto (6):

- ✓ Propósito: establecer y mantener planes que definen las actividades del proyecto.
- ✓ Objetivos del área de proceso:
 - Establecer las estimaciones de los parámetros del proyecto.
 - Desarrollar un plan del proyecto.
 - Obtener el compromiso a dicho plan.

Por lo que se puede observar que CMMI es un modelo completo por parte de la planificación ya que los niveles de madurez con los que cuenta le permite a la organización más seguridad y confianza en cuanto a su proceso de desarrollo. Este modelo debido a las áreas con las que cuenta se puede expresar que se destaca en el proceso de planificación ya que presenta prácticas y objetivos específicos asociados a cada área. También la planificación en CMMI permite darle fechas al proyecto, estudiar detenidamente su alcance y factibilidad, así como distribuir los recursos lo más correctamente posible de acuerdo a sus necesidades.

En la planificación en CMMI se plantean tres fases principales (12):



- ✓ Establecer estimaciones: se establecen lineamientos y actividades iniciales a partir de las necesidades del cliente, los cuales deben estar acordes a estas necesidades y a las capacidades reales de la empresa.
- ✓ Desarrollar un plan de proyecto: Este plan se desarrolla a partir de las estimaciones iniciales previamente realizadas y luego de realizado un análisis detallado de las características del proyecto, entonces se desarrolla el plan, generando un plan suficientemente completo, que se va a delimitar con actividades y roles responsables de las mismas. Este tiene como propósito obtener una organización lo más completa posible en su proceso de desarrollo.
- ✓ Compromiso con el Plan: Luego de establecidas las estimaciones y de desarrollar el plan del proyecto, se obtiene el compromiso del plan por parte de cada responsable de las actividades que se definieron en el plan. Todo con el fin de que en caso de que existan discrepancias con las fechas y las actividades propuestas, se logre adaptar el plan de la manera más correcta posible.

1.4.2 PMBOK

Es un marco y un estándar orientado a procesos. Indica el conocimiento necesario para manejar el ciclo vital de cualquier proyecto, programa y portafolio a través de sus procesos. Define para cada proceso sus insumos, herramientas, técnicas y reportes necesarios. Además provee un cuerpo de conocimiento en el que cualquier industria pueda construir las mejores prácticas específicas para su área de aplicación (6).

Reconoce cinco procesos básicos y nueve áreas de conocimiento comunes a casi todos los proyectos. Entre los procesos básicos se encuentra el de Planificación. Este se encarga de identificar, definir y madurar el alcance y el coste del proyecto. Este proceso planifica las actividades del proyecto que se realizan dentro del mismo, elaborando el plan de gestión del proyecto (13).

El **Grupo de Procesos de Planificación**: Define y clarifica los objetivos, además planifica la trayectoria de trabajo que se va llevar para obtener los objetivos y el alcance esperados en el proyecto.

En el proyecto se puede usar este grupo de procesos junto a los procesos e interacciones que lo proponen para planificar y gestionar con éxito un proyecto para la organización. Este grupo de procesos ayuda a recoger información de varias fuentes de diversos grados de completitud y confianza.

En algunos proyectos, especialmente los de menor alcance, el establecimiento de la secuencia de las actividades, la estimación de recursos de las actividades, la estimación de la duración de las actividades y el desarrollo del cronograma, están tan estrechamente vinculados, que se consideran como un proceso único a ser realizado por una persona en un período de tiempo relativamente corto. Estos procesos se presentan como procesos distintos, porque las herramientas y las técnicas para cada uno son diferentes (14).



En PMBOK las actividades de cada área de conocimiento se encuentran bien delimitadas al igual que la interacción entre ellas. Con respecto al proceso de planificación de proyectos informáticos constituye una guía bastante completa. No obstante es una guía abstracta en la cual sus técnicas deben ser ajustadas a cada situación en específico.

La Guía de PMBOK logra enseñar y proporcionar los conocimientos necesarios para enfrentarse a la gestión de proyectos.

1.4.3 RUP (Rational Unified Process)

Es un producto comercial desarrollado y comercializado por Rational Software, una compañía de IBM (International Business Machines). Este promueve el desarrollo de proyectos de gran tamaño utilizando un esquema de cuatro fases principales:

- ✓ Fase de iniciación
- ✓ Fase de elaboración
- ✓ Fase de construcción
- ✓ Fase de transición

Además define la administración de proyectos como “el arte de gestionar objetivos empresariales de forma eficiente, mitigación de riesgos mediante la planificación acertada y controlada de las iteraciones y la entrega de un producto de calidad bajo las especificaciones del cliente” (15).

Para definir los artefactos del proyecto basados en los que se definen en el PMBOK utiliza las mejores prácticas, esto no significa que en ambos sean iguales, algunos ejemplos de los artefactos que posee RUP en la gestión de proyecto se encuentran:

- ✓ Desarrollo del plan del proyecto
- ✓ Plan de calidad
- ✓ Plan de manejo de riesgos
- ✓ Plan de aceptación del producto
- ✓ Plan para la resolución de problemas
- ✓ Plan y documento de las iteraciones
- ✓ Documentación del estado del proyecto
- ✓ Listado de riesgos
- ✓ Plan de trabajo
- ✓ Listado de hitos
- ✓ Métricas e indicadores del proyecto



Entre las disciplinas que propone, se encuentra la llamada Dirección de Proyectos, la misma aborda todos los temas relacionados con la gestión de los proyectos. En ella se definen algunas actividades principalmente de planificación. Entre las que se encuentran (6):

✓ **Concepción del proyecto:** es donde se ejecutan las acciones de inicio, además se identifican y evalúan los posibles riesgos para aprobar el proyecto.

✓ **Planificación de proyecto:** se definen los planes que tendrá el proyecto para su administración, estos son: el plan de fases e iteraciones, plan de mediciones, plan de riesgos, plan de garantía de la calidad, plan de desarrollo del software y el plan de solución de problemas. Además se describe la organización del proyecto y su personal.

✓ **Planificación de la próxima iteración:** se desarrolla el plan de la iteración a ejecutarse.

RUP se adapta fácilmente a las necesidades del cliente y provee de una suficiente documentación al proyecto proveyéndolo de una amplia cantidad de artefactos que agilizan el desarrollo del mismo. Además aborda todo lo relacionado a la gestión del proyecto.

1.4.4 PRINCE2 (*Projects in Controlled Environments*)

Es una metodología de gestión de proyectos que proporciona técnicas complementarias para reducir el riesgo e incrementar la calidad en los proyectos de la forma más efectiva posible. Esta cubre la administración, control y organización de un proyecto (16). Plantea ocho grupos de procesos:

- ✓ Dirigir Proyecto (DP)
- ✓ Empezar un Proyecto (EP)
- ✓ Iniciar Proyecto (IP)
- ✓ Controlar una fase (CF)
- ✓ Administrar líneas de fase (AL)
- ✓ Manejo de entrega de productos (MP)
- ✓ Cerrar un proyecto (CP)
- ✓ Planificación (PL)

Plantea además que “la planificación es un proceso repetible y juega un papel importante en otros procesos” (17). Además provee un comienzo basado en el producto de la planificación y proporciona un marco de planificación aplicable a cualquier proyecto.

En PRINCE2 la planificación es un proceso iterativo, presente en todo el ciclo de vida de un proyecto, que propone la confección de los siguientes planes (3):

✓ **Plan del proyecto:** Es un plan de alto nivel que contiene los productos principales del proyecto, cuándo serán entregados y a qué costo. Un plan de proyecto inicial se presenta como parte del



documento de inicio y se revisará tan pronto como la información acerca del progreso del proyecto esté disponible.

✓ **Plan de excepción:** La preparación de este plan a menudo es la consecuencia de un informe de excepción. El plan de excepción de una fase abarca un período que comprende desde el momento actual hasta el fin de la fase. Si la excepción es a nivel de proyecto, el plan de excepción reemplazaría completamente al plan de proyecto.

Igualmente provee un comienzo basado en el proceso de la planificación. Además posibilita al proyecto la manera de reducir los riesgos y que se alcancen los objetivos propuestos con la calidad requerida.

1.4.5 Metodología para la planificación del proyecto ERP cubano

En la metodología para la planificación del proyecto ERP cubano se plantea que: “La planificación tiene la misión fundamental de organizar de manera coherente un grupo de acciones y actividades encaminadas a lograr un producto final con un elevado valor de uso, que satisfaga las necesidades del cliente y que esté dentro de los plazos de tiempo estimados. En la medida que aumenta la complejidad de un proyecto de software, se hace más imperiosa la necesidad de planificar” (6).

En la misma se profundiza en el proceso de planificación detallada la cual es realizada después de haberse efectuado actividades preliminares y de haber demostrado y aprobado la capacidad que presenta la empresa u organización para ejecutar el proyecto. Además contiene un esquema donde se plantean seis subprocesos:

- ✓ Definición de las actividades
- ✓ Secuenciación de las actividades
- ✓ Estimación de recursos para las actividades
- ✓ Estimación de la duración de las actividades
- ✓ Construcción del cronograma
- ✓ Validación de la calidad del cronograma

Estos subprocesos interactúan entre sí y cada uno puede implicar el esfuerzo de una o más personas, dependiendo de las necesidades del proyecto. A cada uno se les define actividades, roles y artefactos que intervienen en su ejecución.

En la Figura 1 se muestra el esquema de planificación detallada planteado en esta Metodología (6):

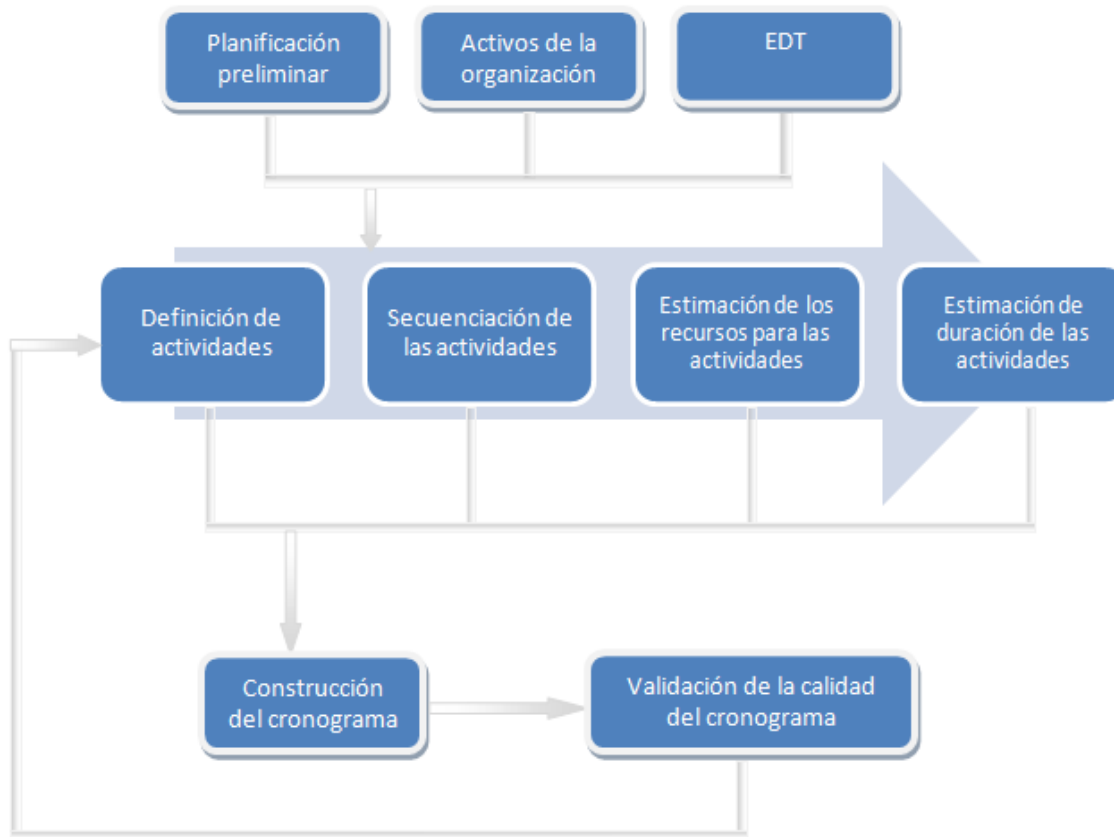


Figura 1. Esquema planificación detallada

La planificación detallada que se presenta en esta Metodología presenta todas las características necesarias llevar a cabo este proceso en los proyectos de desarrollo del sistema CedruX.

La Metodología presenta suficiente documentación en cuanto al proceso de planificación, así como los subprocesos que plantea cuentan con las actividades, artefactos, métodos y herramientas que posibilitan el correcto entendimiento y aplicación de este proceso, facilitando que este se logre adaptar al modelo LPS.

1.4.6 Análisis comparativo entre los Modelos, Guías y Metodologías reconocidas en la gestión de proyectos y otras de interés para la investigación.

Para realizar este análisis se muestra la Tabla 1, en la cual se muestran algunos aspectos tomados a partir de la comparación realizada en la Metodología para la planificación del proyecto ERP cubano (6).



Tabla 1. Análisis comparativo entre los Modelos, Guías y Metodologías reconocidas en la gestión de proyectos y otras de interés para la investigación

Elementos a comparar	PRINCE2	PMBOK	RUP	CMMI	Metodología para la planificación del proyecto ERP cubano
¿Qué es?	Metodología de gestión de proyectos que cubre la administración, control y organización de un proyecto	Guía abstracta que norma la dirección del proyecto	Metodología de proceso genérico basado en el Proceso Unificado	Modelo de madurez	Metodología para la planificación del ERP cubano
¿Define actividades de planificación?	Actividades del proceso Planificación	Actividades fundamentalmente de las áreas de conocimiento de la gestión del tiempo y recursos humanos	Actividades Planificación de proyecto y planificación de la próxima iteración	Sí, acciones del área Planificación de proyectos	Sí, se realiza en el área de la planificación detallada
Roles que intervienen en la planificación	No	Sí	Sí	Sí	Sí
¿Define artefactos resultados de la planificación?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Métodos de estimación	No define	Propone varios: Estimación por analogía, paramétrica, por tres valores y ascendente	No define	No define	Sí define: Estudio preliminar, Modelado del negocio, Requisitos, etcétera.
¿Define Cronograma?	Sí, propone la creación de cronogramas	Sí, propone la creación de un cronograma	Sí, propone la creación de cronogramas	Sí, propone la creación de un cronograma	Sí, propone un cronograma tipo



¿Propone o evidencia la reutilización?	Promueve la reutilización de activos del proyecto	No	Motiva el uso de conceptos reutilizables en uno de sus principios	No la define pero la menciona	No la define pero la tiene en cuenta
--	---	----	---	-------------------------------	--------------------------------------

A partir de la comparación realizada entre las diferentes soluciones estudiadas y teniendo en cuenta los elementos en base a los cuales se realizó el análisis comparativo, se pudo observar que:

- ✓ Todas las soluciones estudiadas definen actividades de planificación.
- ✓ Sólo PRINCE2 no define roles que intervienen en la planificación.
- ✓ Todas definen artefactos para la planificación y concuerdan con la necesidad de elaborar un cronograma, pero sólo la Metodología para la planificación del proyecto ERP cubano define un cronograma tipo con sus respectivos componentes.
- ✓ Sólo PMBOK y la Metodología para la planificación del proyecto ERP cubano definen métodos de estimación.
- ✓ Todas las soluciones se podrían adaptar al modelo LPS ya que en todos se realizan cronogramas para llevar un control de las actividades, el tiempo y los recursos que emplearán en el desarrollo del proyecto.

Teniendo en cuenta los aspectos analizados, se observa que la que más cumple con los aspectos que se tuvieron en cuenta es la Metodología para la planificación del proyecto ERP cubano. Por lo tanto debido a que esta es la que más se adapta a las características de los proyectos de desarrollo del sistema Cedrux, se decide que esta es la que se debe utilizar en la guía de adaptación.

1.5 Conclusiones del capítulo

En este capítulo se analizaron diferentes Guías, Modelos y Metodologías reconocidas en la gestión de proyectos y otras de interés para la investigación, entre las que se encuentran PRINCE2, PMBOK, RUP, CMMI y la Metodología para la planificación del proyecto ERP cubano. De ellas se estudiaron las características que debían cumplir para realizar la planificación en un proyecto, para así poder determinar cual adaptar a partir del modelo LPS.

Se decide adaptar la Metodología para la planificación del ERP cubano, debido a que la planificación que se realiza actualmente en los proyectos de desarrollo del sistema Cedrux es la planteada en esta metodología.



Capítulo 1: “Fundamentación Teórica”

De esta forma se da cumplimiento al primer objetivo específico trazado y se demuestra la necesidad de realizar una guía de adaptación del proceso de planificación de los proyectos de desarrollo del sistema Cedrux al modelo LPS.



CAPÍTULO 2

Guía de adaptación

2.1 Introducción

En el presente capítulo se describe una guía de adaptación del proceso de planificación de los proyectos de desarrollo del Sistema Cedrux al modelo LPS, donde se exponen su objetivo y estructura. Además se presenta la modificación realizada al proceso de planificación de la Metodología para la planificación del proyecto ERP cubano. Se proponen artefactos necesarios para la estimación y construcción del cronograma de los proyectos en cuestión.

2.2 Explicación de la guía

La guía de adaptación que se define en este capítulo tiene como objetivo ordenar las actividades identificadas de manera coherente. Además que dichas tareas sean personalizadas y adaptadas a las necesidades particulares de los proyectos de desarrollo del sistema Cedrux. Esta cuenta con cinco pasos para lograr la adaptación del proceso en su totalidad, en cada paso definido se va a describir el subproceso actualizado y los ajustes que se le realizan.

La misma está dirigida a los proyectos de desarrollo del sistema Cedrux que se desarrollan actualmente en el CEIGE y pretende crear las bases para la asimilación del modelo LPS. Para la elaboración de esta guía se tomaron elementos de la guía de fundamentos PMBOK (18) y de la Metodología para la planificación del proyecto ERP cubano (6).

La Guía queda compuesta como muestra la Figura 2:

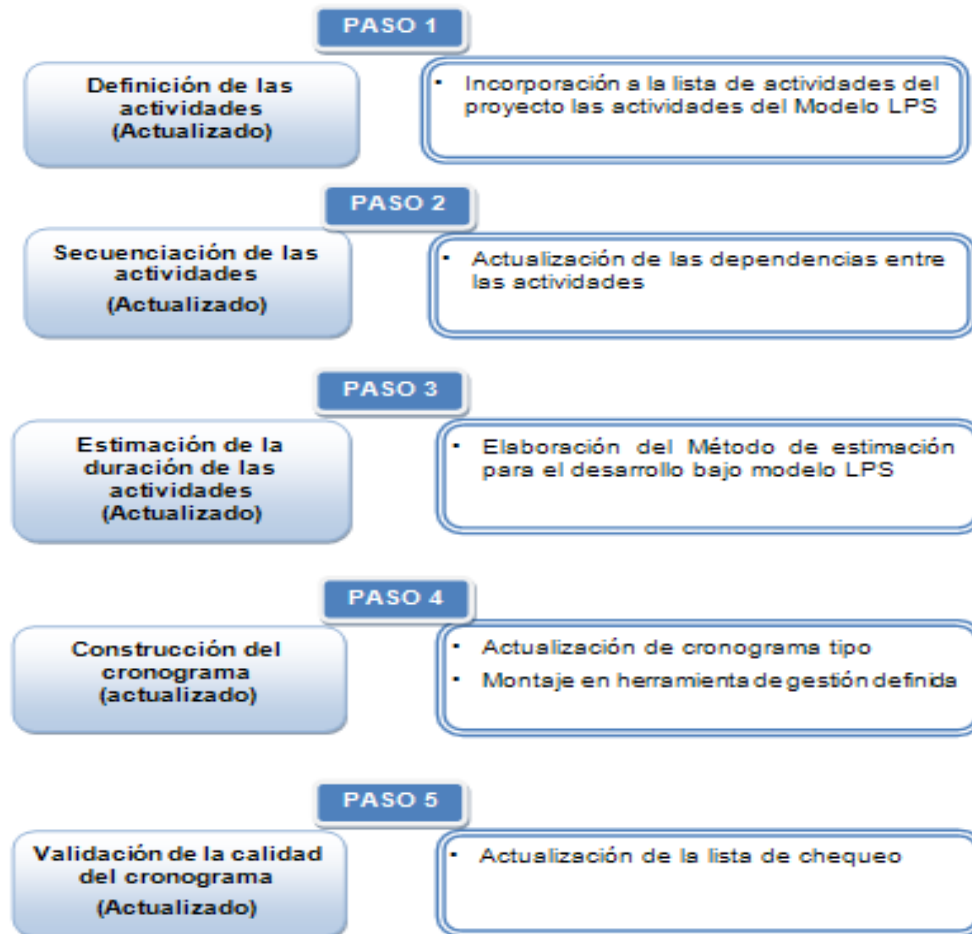


Figura 2. Componentes de la Guía de adaptación

Se realizarán modificaciones en cinco subprocesos definidos previamente en la Metodología para la planificación del proyecto ERP cubano: Definición de las actividades, Secuenciación de las actividades, Estimación de la duración de las actividades, Construcción del cronograma y Validación de la calidad del cronograma. Además se describe en qué consiste cada subproceso, luego se detalla la modificación y se explica la misma y por último se definen los roles que van a intervenir.

2.2.1 Subproceso Definición de las actividades

Este subproceso consiste en identificar concretamente aquellas actividades que deberán ser realizadas para el desarrollo de los distintos productos que se van a entregar del proyecto. Para esto también es necesario documentar e identificar el trabajo que se planifica realizar (13) (6). La composición de dicho proceso se muestra en la Figura 3.

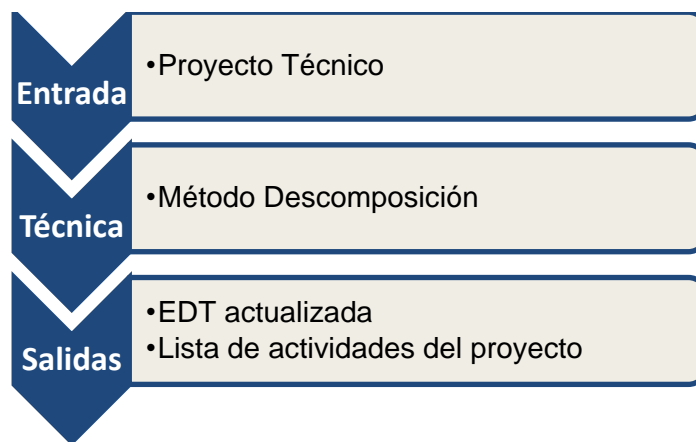


Figura 3. Subproceso Definición de las actividades

Actividades de modificación en este subproceso:

- ✓ Incorporación a la lista de actividades del proyecto las actividades del modelo LPS.

En este subproceso se van a adicionar las actividades definidas en la Propuesta de modelo de desarrollo para LPS en centros de producción (5). Estas actividades son las pertenecientes al modelo LPS y se deben adicionar para que en el cronograma se contemple dicho modelo. Se debe tener cuidado cuando se vaya a realizar la adición haciéndolo de manera cuidadosa para que no queden las actividades de forma superpuesta, o sea, se debe verificar que no existan dos actividades con diferente nombre y un mismo fin.

Actividades a incorporar (5):

Fase de inicio	Fase de elaboración	Fase de ejecución
Adquisición de conocimiento del dominio	Colectar nuevos requerimientos del dominio	Gestionar el equipo de proyecto
Análisis de mercado	Actualizar el modelo de dominio	Distribuir la información
Identificar interesados	Gestión del alcance	Gestionar expectativas de los interesados
Análisis de factibilidad	Crear estructura de desglose de trabajo	Conducir las adquisiciones
Desarrollar el plan de gestión del proyecto	Conformar equipo de proyecto	Aplicación del conocimiento
Planificar la gestión de riesgos	Desarrollar plan de recursos humanos	Diseño de la arquitectura de dominio
Planificar el aseguramiento de la calidad	Desarrollar el equipo de proyecto	Evaluación de la arquitectura de dominio
	Identificar los riesgos	Desarrollo de nuevos activos
	Realizar análisis de los riesgos	Gestión del repositorio de activos
	Planificar respuesta a los riesgos	Análisis de requisitos del producto
	Desarrollar el cronograma	Selección de la arquitectura del producto
	Estimar los costos	Minería de activos existentes
	Determinar el presupuesto	Adaptación de activos existentes
	Planificar las comunicaciones	Integración del producto
	Planificar la gestión de adquisiciones	
	Evaluación y diagnóstico	

Figura 4. Actividades a incorporar. Fases de Inicio, Elaboración, Ejecución



Fase de Cierre	Control y seguimiento
Pruebas de liberación del producto	Supervisión y control del trabajo
Implantación y soporte del producto	Control integrado de cambios
Cerrar las adquisiciones	Aseguramiento de la calidad
Archivar proyecto	Control integrado de cambios
Generalización y socialización del conocimiento	Control del cronograma
	Control de los costos
	Informar el rendimiento
	Monitorear y controlar los riesgos
	Administrar las adquisiciones

Figura 5. Actividades a incorporar. Fase de Cierre, Control y seguimiento

Roles que intervienen

- ✓ Planificador
- ✓ Jefe de proyecto
- ✓ Jefes de equipo

2.2.2 Subproceso Establecimiento de la secuencia de las actividades

Este subproceso consiste en identificar y documentar las dependencias existentes o las relaciones lógicas entre las actividades del cronograma. Estas pueden estar ordenadas de forma lógica, especificando los adelantos y retrasos para así respaldar posteriormente el desarrollo factible y realista de un cronograma del proyecto (13) (6). La composición de dicho proceso se muestra en la Figura 6.

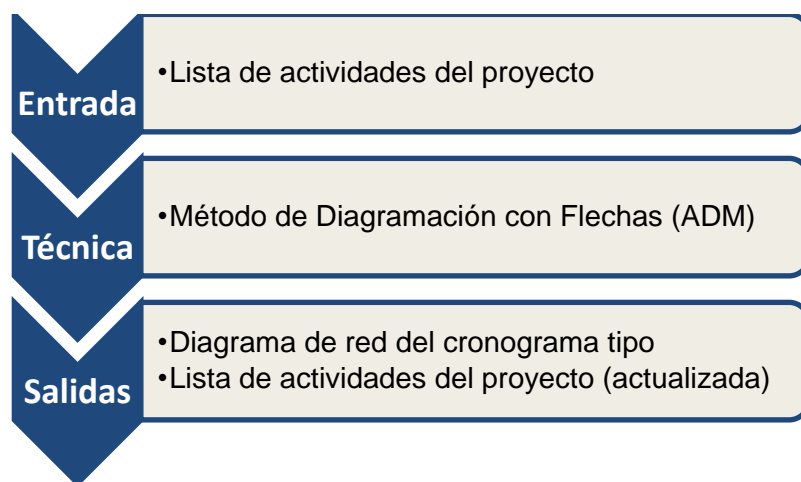


Figura 6. Subproceso Establecimiento de la secuencia de las actividades



Actividades de modificación en este subproceso:

- ✓ Actualización de las dependencias entre las actividades.

En este subproceso se deberán actualizar las dependencias lógicas incorporadas del modelo LPS, esto debe hacerse cuidadosamente para no interferir en las dependencias previamente definidas en el subproceso antes de realizada la actualización.

Roles que intervienen

- ✓ Planificador
- ✓ Jefe de proyecto
- ✓ Jefes de equipo

2.2.3 Subproceso Estimación de la duración de las actividades

En este subproceso se utiliza información acerca del alcance del trabajo de la actividad del cronograma, los recursos necesarios y la cantidad estimada de los mismos además de los calendarios de recursos y la disponibilidad con que se cuenta. Para este proceso es necesario estimar el esfuerzo de trabajo necesario que se va a necesitar para completar las actividades. También se debe estimar la cantidad de recursos que se tiene previsto emplear para completar las actividades y la cantidad de períodos laborables (13) (6). La composición de dicho proceso se muestra en la Figura 7.

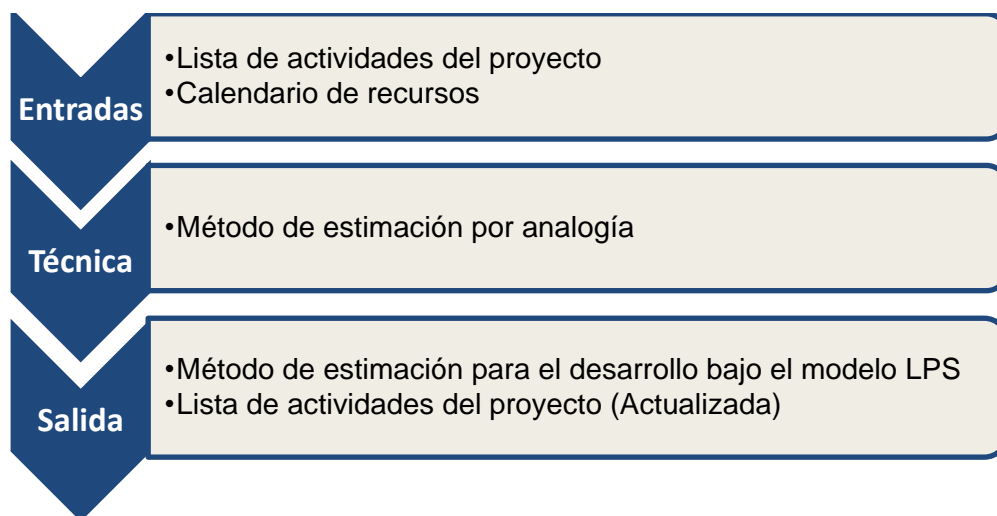


Figura 7. Subproceso Estimación de duración de las actividades

Actividades de modificación en este subproceso:

- ✓ Elaboración del Método de estimación para el desarrollo bajo el modelo LPS.



En este subproceso se elaborará el método de estimación para el desarrollo bajo modelo el LPS. Este va a estar basado en la experiencia de proyectos que utilizan el modelo LPS en la UCI y ha sido determinado con la retroalimentación de una base de conocimientos que contiene información del esfuerzo de desarrollo de estos proyectos (Anexo 5).

Para la elaboración de este método se definieron los indicadores a medir que serían los necesarios a tener en cuenta para estimar recursos y tiempo en cada una de las disciplinas del proceso de desarrollo. Posteriormente se registró el valor de cada uno de estos indicadores por cada uno de los proyectos que utilizan el modelo LPS en la UCI. Los indicadores que se tuvieron en cuenta en la investigación para la estimación fueron los siguientes:

✓ **Características de los desarrolladores**

– Se tiene en cuenta el nivel los programadores (Alto, Medio, Bajo) con que cuenta el proyecto y la cantidad según el nivel al que pertenece. A partir del registro de esta información se calcula automáticamente el nivel de conocimiento de los desarrolladores de la organización que puede ser Alto, Medio o Bajo (Figura 8).

Desarrolladores	
Aspectos	Cantidad
Programadores nivel Alto	
Programadores nivel Medio	
Programadores nivel Bajo	

Figura 8. Características de los desarrolladores

✓ **Factores de Complejidad**

El valor de complejidad total va a estar en un rango entre 0 y 1. A cada uno de los factores que se van a tener en cuenta se les va a otorgar un valor según su nivel (Alto, Medio, Bajo) y según estos valores se obtendrá el valor total de la complejidad (Figura 9). Para determinarlo se va a tener en cuenta:

- *Nivel de dependencia de la tecnología a utilizar:* se le puede otorgar tres valores: 0.10 cuando es nivel Alto, 0.15 cuando es nivel Medio y 0.25 cuando sea de nivel Bajo. La dependencia de la tecnología radica en si es desarrollada por el propio proyecto o no. Es decir, si la tecnología que se va a utilizar es desarrollada por el proyecto, entonces puede ser modificada, por lo que el nivel de dependencia es Bajo; si no es desarrollada por el proyecto y se puede modificar, el nivel de dependencia es Medio y si no se puede modificar y tampoco es desarrollada por el proyecto, el nivel de dependencia es Alto.
- *Nivel del tiempo dedicado por parte de los desarrolladores a la actividad productiva:* 0.10 cuando el nivel es Alto, 0.15 cuando el nivel es Medio y 0.25 cuando el nivel es Bajo.



- *Nivel de conocimiento de los desarrolladores:* según el nivel que se obtenga de las características de los desarrolladores se le va a asignar valores numéricos al nivel obtenido: si se obtiene un nivel Alto va a ser 0.20, si se obtiene nivel Medio va a ser 0.30 y si se obtiene nivel Bajo va ser 0.50. En este caso se asignaron valores mayores debido a que se considera que el nivel de conocimiento de los desarrolladores es el factor más importante.

Factores de complejidad:	
Factores	Complejidad
Nivel de dependencia de la tecnología a utilizar	
¿Los desarrolladores de la organización están dedicados a tiempo completo a la actividad productiva?	
Nivel de conocimiento de los desarrolladores	
Valor de la complejidad total	

Figura 9. Factores de Complejidad

✓ **Características del componente**

Listado de componentes				
Componentes Desarrollados desde Cero				
Tamaño: Grande				
Nro.	Nombre del componente	Complejidad	Nivel de integración	Esfuerzo(h/h)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
Tamaño: Mediano				
	Nombre del componente	Complejidad	Nivel de integración	Esfuerzo(h/h)
1				
2				
3				
4				
5				

Figura 10. Características del componente



Variables definidas:

Tamaño: Grande				
Nro.	Nombre del componente	Complejidad	Nivel de integración	Esfuerzo(h/h)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

Figura 11. Variables definidas

- *Tamaño del componente:* se va a medir sobre la base de la cantidad de líneas de código que se deban implementar para realizar el componente, este puede ser Pequeño (cuando tenga menos de 100 líneas de código), Mediano (cuando tenga más de 100 y menos de 1000 líneas de código) o Grande (cuando tenga más de 1000 líneas de código).
- *Complejidad del componente:* puede ser Baja, Media o Alta y es definida por la organización que lo desarrollará.
- *Nivel de integración del componente:* es la relación existente entre el componente a desarrollar y el resto de los componentes del producto, se toma como Bajo, Medio o Alto.

En este método de estimación se obtiene como resultado el Esfuerzo (horas/hombre). Este esfuerzo se adquiere a partir de los indicadores anteriormente expuestos como son: factores de complejidad definidos, características de los desarrolladores de la organización y las características del componente.

El esfuerzo se calculó con la información contenida en la base de conocimientos, donde se obtuvo la información respecto al esfuerzo de desarrollo de estos proyectos, obteniendo de ellos el tiempo estimado de desarrollo de los componentes según sus características y según su nivel de reutilización que puede ser: Desarrollados desde cero (no implica reutilización o se reutiliza de un componente ya realizado más del 60%), Modificados (se le modifica a un componente ya realizado de un 30 a un 60% del mismo), Personalizados (se le modifica a un componente ya realizado de 0 a un 30% del mismo). En caso de que se obtuviese el mismo esfuerzo, de dos proyectos distintos con componentes que presentaran las mismas características, se obtendría una media entre estos esfuerzos y esta es la que se pondría en la base de conocimientos.

Luego de que se obtuvo la base de conocimientos se calculó cada uno de los indicadores planteados, obteniendo a partir de las características de los desarrolladores y de los factores de complejidad, un tiempo estimado que se agrega al tiempo que se demoraría en realizarse el componente según las



características de este. Este tiempo estimado debido a que se obtiene según las características particulares de los desarrolladores del proyecto que se va desarrollar, evita que un proyecto con menos complejidad que otro obtenga el mismo esfuerzo estimado.

Factores de complejidad:		Desarrolladores	
Factores	Complejidad	Aspectos	Cantidad
Nivel de dependencia de la tecnología a utilizar		Programadores nivel Alto	
¿Los desarrolladores de la organización están dedicados a tiempo completo a la actividad productiva?		Programadores nivel Medio	
Nivel de conocimiento de los desarrolladores		Programadores nivel Bajo	
Valor de la complejidad total			

Listado de componentes				
Componentes Desarrollados desde Cero				
Tamaño: Grande				
Nro.	Nombre del componente	Complejidad	Nivel de integración	Esfuerzo(h/h)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
Tamaño: Mediano				
	Nombre del componente	Complejidad	Nivel de integración	Esfuerzo(h/h)
1				
2				
3				
4				
5				

Figura 12. Vista de la plantilla del método de estimación

Roles que intervienen

- ✓ Planificador
- ✓ Jefes de equipo
- ✓ Jefe de proyecto

2.2.5. Subproceso Construcción del cronograma

El desarrollo del cronograma del proyecto constituye un proceso iterativo, en el cual se determinan las fechas de inicio y fin que son planificadas para las actividades del proyecto así como los roles que intervienen en la realización de las mismas. Este continúa a lo largo del proyecto y a medida que avanza el trabajo en el mismo. Además exige que se revisen y corrijan las estimaciones de duración y las estimaciones de los recursos para crear un cronograma de proyecto que pueda servir como línea base, mediante la cual poder medir el avance del proyecto (13) (6). La composición de dicho proceso se muestra en la Figura 13.

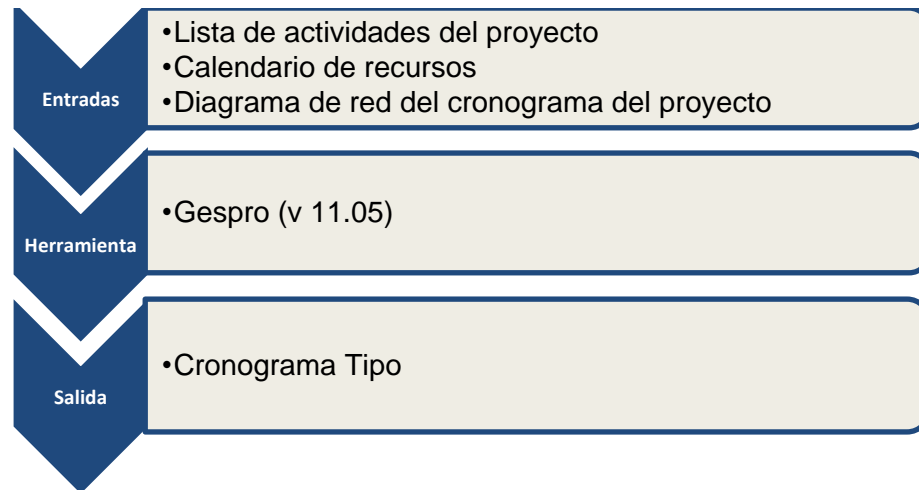


Figura 13. Subproceso Construcción del cronograma

Actividades de modificación en este subproceso:

- ✓ Actualización de cronograma tipo.
- ✓ Montaje en herramienta de gestión definida.

En este subproceso se va a actualizar el cronograma tipo que ya había definido, utilizando la lista de actividades ya actualizada, la cual contiene las actividades obtenidas de la Propuesta de modelo de desarrollo para LPS en centros de producción. Se van a ajustar las fechas de inicio y fin de cada una de ellas con respecto a las estimaciones realizadas en el método de estimación para el desarrollo bajo el modelo LPS. Además este cronograma actualizado será gestionado en la herramienta Gespro (v 11.05) (Anexo 1), un ejemplo de esto se puede observar en la Figura 15.

El Cronograma tipo: constituye una guía estándar para la planificación y fue realizado basado en el cronograma tipo de la Propuesta de modelo de desarrollo para LPS en centros de producción (5) y por el cronograma tipo del proyecto ERP, este a su vez va a estar compuesto por otros dos cronogramas que serían: el cronograma tipo que se utiliza en el proceso de mejora que se lleva a cabo en la UCI y el cronograma tipo utilizado en la Metodología para la planificación del proyecto ERP cubano (6). Dicho cronograma es un paquete configurado de forma estándar que se va a personalizar en cada área a utilizar y surge con el propósito de ajustar cronogramas en una organización. La composición del mismo se muestra en la Figura 14.

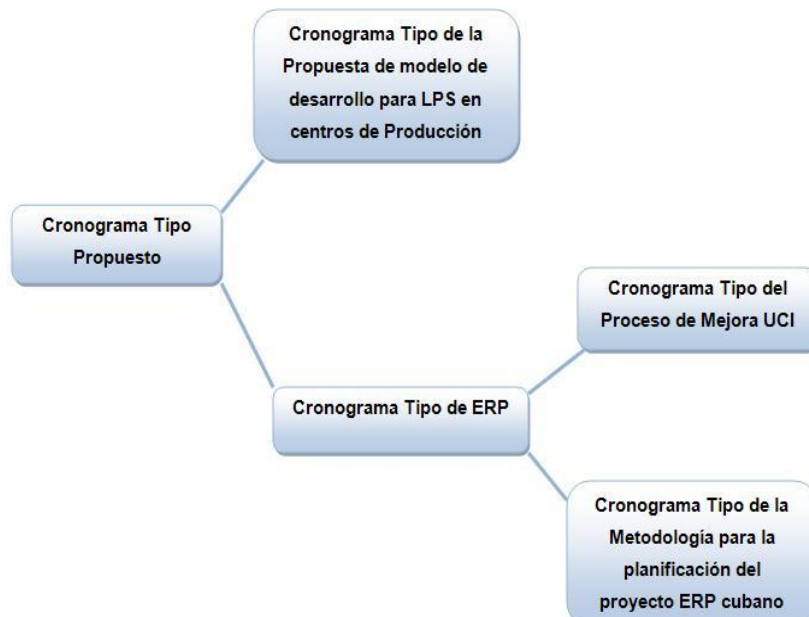


Figura 14. Composición del Cronograma Tipo Propuesto

Este cronograma va a contener las actividades obtenidas del Cronograma tipo de la Propuesta de modelo de desarrollo para LPS en centros de producción el cual contiene los elementos del modelo LPS, además contiene también las actividades de los demás cronogramas por los que está compuesto, para así poder adaptarlo a las necesidades de los proyectos de desarrollo del sistema Cedrux. El tiempo de duración de las actividades que va a contener este cronograma va a ser el obtenido al utilizar el método de estimación del esfuerzo en proyectos de desarrollo del sistema Cedrux que utilizan el modelo LPS.



Tema	#	TE(h)	Fecha Inicio	Fecha Fin	%
Fase de inicio	83568	6	2011/05/20	2011/05/20	0%
Adquisición del conocimiento del dominio	83569	6	2011/05/20	2011/05/20	0%
Identificar interesados	83570	6	2011/05/20	2011/05/20	0%
Elaborar Plan de involucrados	83571	6	2011/05/20	2011/05/20	0%
Definir organización del Proyecto	83572	6	2011/05/20	2011/05/20	0%
Análisis de factibilidad del proyecto	83573	6	2011/05/20	2011/05/20	0%
Definir modelo de desarrollo	83574	6	2011/05/20	2011/05/20	0%
Definir la solución y requisitos técnicos	83575	6	2011/05/20	2011/05/20	0%
Definir arquitectura de la solución (Aproximación Técnica)	83576	6	2011/05/20	2011/05/20	0%
Estudio Preliminar	83577	6	2011/05/20	2011/05/20	0%
Planificar Estudio Preliminar	83578	6	2011/05/20	2011/05/20	0%
Crear el repositorio del proyecto	83579	6	2011/05/20	2011/05/20	0%
Generar niveles de acceso al repositorio	83580	6	2011/05/20	2011/05/20	0%
Elaborar Proyecto Técnico	83581	6	2011/05/20	2011/05/20	0%
Capacitación del Método de Estimación (si es necesario)	83582	6	2011/05/20	2011/05/20	0%
Realizar estimaciones de tamaño, tiempo, esfuerzo y costo	83583	6	2011/05/20	2011/05/20	0%

Figura 15. Vista del cronograma tipo en el Gespro (v11.05)

Roles que intervienen

- ✓ Planificador.
- ✓ Jefes de equipo
- ✓ Jefe de proyecto

2.2.6. Subproceso Validación de la calidad del cronograma

En este subproceso se revisa, aprueba y ajusta la calidad del cronograma, verificando que se cumpla con los requerimientos necesarios para una correcta elaboración del mismo. Este es un proceso necesario para que se logre cumplir con las fechas y objetivos establecidos y así poder lograr un mayor entendimiento con el cliente constituyendo para el mismo una mayor satisfacción. Además mejora el proceso de planificación y minimiza los riesgos de que tenga que existir una re-planificación (6). La composición de dicho proceso se muestra en la Figura 16.

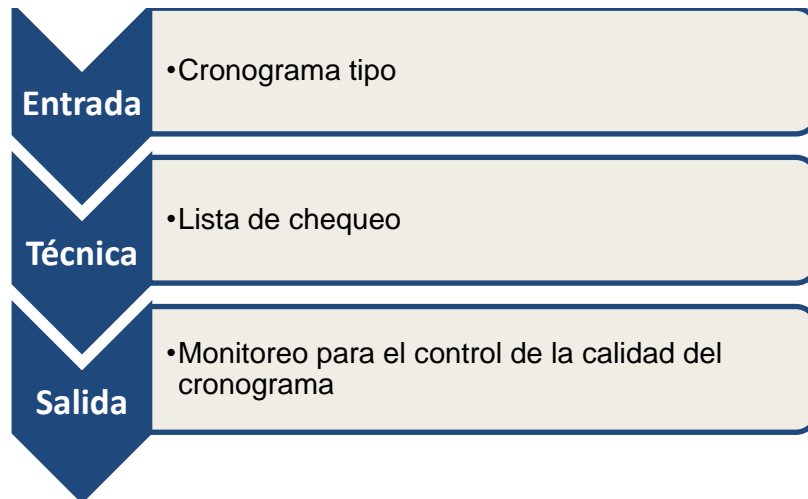


Figura 16. Subproceso Validación de la calidad del cronograma

Actividades de modificación en este subproceso:

- ✓ Actualización de la lista de chequeo

En este subproceso se deberá actualizar la lista de chequeo en función de las modificaciones realizadas en los demás subprocesos. A la lista previamente definida se le deben agregar preguntas tales como:

- ✓ ¿El cronograma a evaluar se encuentra realizado sobre la base del cronograma tipo ajustado por el modelo LPS?
- ✓ ¿Se tuvo en cuenta para la estimación el Método de estimación para el desarrollo bajo el modelo LPS?

Roles que intervienen

- ✓ Planificador.
- ✓ Jefe de proyecto
- ✓ Jefes de equipo

2.3 Conclusiones del capítulo

En este capítulo se describe una guía de adaptación del proceso de planificación de los proyectos de desarrollo del sistema Cedrux al modelo LPS. Esta guía está compuesta por cinco pasos y en cada uno de ellos se especifican las actividades que son modificadas y los roles que intervienen en la realización de las mismas. Los subprocesos que intervinieron en la confección de la guía fueron: Definición de las actividades, Secuenciación de las actividades, Estimación de la duración de las actividades, Construcción del cronograma y Validación de la calidad del cronograma. Esta guía permitirá mejorar la estimación en los



Capítulo 2: “Guía de adaptación”

proyectos de desarrollo del sistema Cedrux al utilizar el modelo LPS. De esta forma se le da cumplimiento al segundo objetivo específico trazado.



CAPÍTULO 3

Validación de la propuesta

3.1. Introducción

En el presente capítulo se describe la validación de la guía de adaptación presentada en el capítulo anterior, la misma es realizada mediante grupo de expertos. Para la evaluación técnica se empleó un método cuantitativo que tiene como base la evaluación por parte de expertos en el tema de criterios definidos. Además se detalla el método aplicado y se muestran los resultados obtenidos.

3.2. Método para la validación de la propuesta

Los juicios de expertos se logran obtener por métodos grupales o por métodos de experto único. Además se pueden seguir el método de Agregados Individuales, el método Delphi, la técnica de Grupo Nominal y el método de Consenso Grupal, entre otros.

✓ **Método de Agregados Individuales:** Se le pide a cada experto individualmente que emita una estimación directa de la probabilidad de éxito o fracaso en cada una de las tareas definidas. Este método no exige que los expertos se reúnan en un lugar determinado lo que lo hace un método económico, pero puede parecer limitado debido a que los expertos no pueden intercambiar sus opiniones, puntos de vista y su experiencia, puesto que se les requiere individualmente. No obstante esta limitación logra evitar que se dañen o se den malos datos debido a los conflictos interpersonales, presiones entre los expertos, etcétera (19).

✓ **Método Delphi:** Fue creado para obtener la opinión de los expertos de forma sistemática. Consiste en que cada experto primeramente debe responder de manera individual y anónima un cuestionario. Luego se analizan las respuestas de todos los expertos y se les informa a cada uno de ellos la respuesta mediana del grupo obtenida y el intervalo intercuartil para cada tema, informado esto se les solicita que reconsideren su opinión anterior teniendo en cuenta estos datos. Esta operación se repite tres o cuatro veces y siempre se les informa a los expertos cual es la mediana del grupo obtenida y se les vuelve a proponer revisar su juicio anterior. Todo juicio que quede fuera del intervalo intercuartil en que se mueve el grupo de expertos debe estar apropiadamente justificado o argumentado (19).

El valor que se estaría buscando entonces, sería la media de las respuestas obtenidas la última vez que se realice la operación. Siempre se emplea la mediana porque se presupone que las posibles puntuaciones de los expertos se distribuyen desigualmente. Este método les permite a los expertos que compartan sus opiniones en cierto modo, sin que existan discusiones ni confrontaciones directas entre ellos.



✓ **Técnica de Grupo Nominal:** Primeramente se reúne a los posibles expertos que serían entre ocho y diez personas y se les pide que registren sus propias puntuaciones respecto a las probabilidades de error para cada una de las actividades o tareas que se les detallan y que lo hagan de forma individual y sin intercambiar opiniones. Después cada experto le expone a los demás las puntuaciones y las principales consideraciones registradas y al terminar esta ronda, se definen las coincidencias del grupo y se efectúa un debate de cada uno de los apartados de esta. Por último cada experto de forma individual y por escrito, puntúa y argumenta las probabilidades de error para cada tarea/actividad considerada (19).

En general en este método se procede como en el método Delphi, a diferencia de que en esta técnica se les permite a los expertos realizar algún debate para que aclaren y compartan la información que cada uno está considerando. Aunque esto no supone que los juicios dejen de expresarse de manera individual y la estimación final suele ser la media aritmética del conjunto de las estimaciones dadas por los expertos.

✓ **Método del Consenso Grupal:** Se reúne a los expertos en un lugar determinado y se les indica que su tarea va a consistir en lograr una estimación de la probabilidad de éxito o fracaso para cada tarea, que sea satisfactoria para todos los expertos. Con estas instrucciones se maximizan los intercambios de información y opiniones dentro del grupo de expertos. Si en el grupo no se logra un consenso, se puede intentar llegar a un consenso artificial recogiendo las estimaciones individuales y sintetizándolas estadísticamente (19).

Este método precisa que el grupo de expertos sea pequeño, que se puedan debatir las opiniones de cada experto y que se eviten las discusiones tensas y los sistemas de votación.

El método Delphi pretende extraer y maximizar las ventajas que presentan los métodos basados en grupos de expertos y minimizar sus inconvenientes. Para ello se aprovecha la sinergia del debate en el grupo y se eliminan las interacciones sociales indeseables que existen dentro de todo grupo. De esta forma se espera obtener un consenso lo más fiable posible del grupo de expertos (20).

Para realizar la evaluación de la propuesta se decidió utilizar el método criterio de expertos, de este el método Delphi, debido a que posibilita la obtención de la información necesaria de manera autónoma, además permite el intercambio de información y se evitan las evaluaciones superficiales.

Los pasos a seguir son los siguientes (3):

1. Se elaboran los criterios de evaluación de acuerdo a las características de la propuesta y se organizan por grupos.
2. Se le asigna un peso relativo a cada grupo de criterios de acuerdo al porcentaje que representa cada grupo del total y los intereses a evaluar.



Capítulo 3: “Validación de la propuesta”

Grupo No.1----- 20

Grupo No.2----- 30

Grupo No.3----- 20

Grupo No.4 -----30

3. Se organiza a un grupo de expertos con una cantidad mínima de siete teniendo en cuenta su especialidad, grado científico y currículum.

4. Se les entrega a los expertos la propuesta para que estudien el tema a evaluar y dos modelos, uno para que valore el peso relativo de cada criterio y así poder calcular la concordancia entre los expertos (Anexo 6) y otro para calcular el nivel de aceptación de la propuesta con una escala de 1-5 y la apreciación cualitativa con una clasificación final de la propuesta en excelente, bueno, aceptable, cuestionable y malo. También se da la posibilidad de emitir su opinión haciendo una valoración final de la propuesta, proponiendo todas aquellas consideraciones que estimaron convenientes (Anexo 7).

5. Para calcular la concordancia en el trabajo de los expertos después de recibir los valores del peso relativo de cada criterio, se construye la Tabla 2 donde:

E: Es el número de expertos que realizan la evaluación

C: Es el número de criterios que son evaluados.

G: Es el número del grupo al que pertenecen los criterios

Tabla 2. Resumen de la evaluación emitida por los expertos

G	C/E	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E _p
20	C ₁								
	C ₂								
	C ₃								
30	C ₄								
	C ₅								
	C ₆								
	C ₇								
	C ₈								



20	C ₉									
	C ₁₀									
30	C ₁₁									
	C ₁₂									
	C ₁₃									
T										

6. Se utiliza el coeficiente de concordancia de Kendall y el estadígrafo Chi cuadrado (X²) para verificar la consistencia en el trabajo de los expertos, para esto se sigue con el siguiente procedimiento:

✓ Para cada criterio se determina:

$\sum E$: Sumatoria del peso dado por cada experto

E_p : Puntuación promedio del peso dado por cada experto

$M\sum E$: Media de los $\sum E$

ΔC : Diferencia entre $\sum E$ y $M\sum E$

✓ Se determina la desviación de la media, que posteriormente se eleva al cuadrado para obtener la dispersión (S) por la expresión:

$$S = \sum (\sum E - \sum \sum E / C)^2$$

✓ Conociendo la dispersión se puede calcular el coeficiente de concordancia de Kendall (W):

$$W = S / E^2 (C^3 - C) / 12$$

✓ El coeficiente de concordancia de Kendall permite calcular el Chi cuadrado real:

$$X^2 = E (C-1) W$$

Los valores obtenidos del cálculo de la concordancia de Kendall se muestran en la Tabla 3:

Tabla 3. Cálculo de concordancia de Kendall

Expertos/Criterios	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	$\sum E$	E_p	ΔC	ΔC^2
C1								0	0	0	0
C2								0	0	0	0
C3								0	0	0	0
C4								0	0	0	0



C5								0	0	0	0
C6								0	0	0	0
C7								0	0	0	0
C8								0	0	0	0
C9								0	0	0	0
C10								0	0	0	0
C11								0	0	0	0
C12								0	0	0	0
C13								0	0	0	0
DC	0										
MΣE	0										
W	0										
X2	0										

✓ El Chi cuadrado calculado se compara con el obtenido en las tablas estadísticas.

Si se cumple:

$$X2_{real} < X2(\alpha, c-1)$$

Existe concordancia en el trabajo de expertos.

7. Si no existe concordancia se hace necesario repetir el trabajo de expertos.

Una vez comprobada la consistencia del trabajo de expertos se puede determinar el nivel de aceptación de la propuesta entre los expertos, para esto se deben seguir los siguientes pasos (3):

1. Para determinar el nivel de aceptación se debe definir el peso relativo de cada criterio (P).
2. Conociendo el peso de cada criterio y la calificación dada por los evaluadores en una escala de 1-5 se puede construir la Tabla 4, para obtener el valor de $P \times c$, donde (c), es el criterio promedio concebido por los expertos.

Tabla 4. Resumen de la clasificación de cada criterio

Criterios	Clasificación (c)					P	P x c
	1	2	3	4	5		
C1							
C2							
C3							
C4							
C5							



C6							
C7							
C8							
C9							
C10							
C11							
C12							
C13							

3. Se calcula el Índice de Aceptación del proyecto (IA).

$$IA = \Sigma (P \times c) / 5$$

4. Por último se determina la probabilidad de éxito de la propuesta, para esto se debe conocer los siguientes rangos predefinidos de índice de aceptación:

- ✓ **IA > 0,7** Existe alta probabilidad de éxito
- ✓ **0,7 > IA > 0,5** Existe probabilidad media de éxito
- ✓ **0,5 > IA > 0,3** Probabilidad de éxito baja
- ✓ **0,3 > IA** Fracaso seguro

3.3. Análisis de la evaluación técnica de la propuesta

Para la validación de la propuesta se seleccionaron siete expertos, teniendo en cuenta su especialidad (Gestión de proyectos), profesión (Ingeniero en Ciencias Informáticas) y currículum (Más de un año y medio de experiencia como planificador, líder de gestión o líder de proyecto) y de forma adicional en algunos expertos categoría científica (Máster).

A cada experto se les entregó dos encuestas, la primera para que formularan su opinión dándole peso a cada criterio y la segunda para que dieran su criterio respecto al nivel de aceptación que tendría la guía de adaptación propuesta en los proyectos, con los valores de la primera encuesta se construyó la tabla de peso relativo de cada criterio (Anexo 8).

Luego se calculó la concordancia entre los expertos (Anexo 9). Con los valores de la Tabla 3, lo que arrojó como resultado:



Capítulo 3: “Validación de la propuesta”

X^2 real es 13.2969, para seleccionar el X^2 de la tabla de Distribución Chi Cuadrado (Anexo 11) se toma $1-\alpha=0.95$ donde α es el error permisible, entonces $\alpha=0.05$. Debe cumplirse que $X^2 < X^2_{(\alpha, c-1)}$. Se toma 0.05 como error permisible debido a que este es considerado el valor más exacto para proyectos informáticos.

El cálculo arrojó como resultado:

$13.2969 < 21.0261$, por lo que se llega a la conclusión de que existe concordancia entre los expertos y se puede pasar a la construcción de la tabla de clasificación de cada criterio para saber el índice de aceptación que tuvo la propuesta (Anexo 10).

Una vez que estén los datos en la tabla se calcula el Índice de Aceptación (IA) que sería: 0.8, el cual se compara con los valores que aparecen a continuación:

- ✓ $IA > 0,7$ Existe alta probabilidad de éxito
- ✓ $0,7 > IA > 0,5$ Existe probabilidad media de éxito
- ✓ $0,5 > IA > 0,3$ Probabilidad de éxito baja
- ✓ $0,3 > IA$ Fracaso seguro

Por lo cual se puede concluir que la propuesta tiene una alta probabilidad de éxito con un nivel de confianza de 95% y un nivel de error permisible de 5%.

3.4. Conclusiones del capítulo

En este capítulo se describió la validación de la guía de adaptación propuesta mediante un criterio de expertos aplicando el método Delphi. Al aplicar este método se obtuvo como resultado que la guía tendrá alta probabilidad de éxito al ser aplicada, con un nivel de confianza del 95% y un error permisible del 5%. Lo cual permitió dar cumplimiento al tercer objetivo específico de la investigación.

Conclusiones Generales

Con la realización de este trabajo se describió una guía de adaptación que ayudará a realizar una mejor estimación en los proyectos de desarrollo del sistema Cedrux al aplicar el modelo LPS. También se realizó:

- ✓ Un estudio del estado del arte del proceso de planificación en el modelo LPS y en distintos Modelos, Guías y Metodologías reconocidos en la gestión de proyectos y otros de interés para la investigación. De estos se estudiaron las características que debían cumplir para realizar la planificación de un proyecto, para así determinar cual adaptar a partir del modelo LPS. Decidiendo realizar la guía de adaptación a la Metodología para la planificación del ERP cubano.
- ✓ Una guía de adaptación compuesta por cinco pasos, en la que intervinieron los siguientes subprocesos: Definición de las actividades, Secuenciación de las actividades, Estimación de la duración de las actividades, Construcción del cronograma y Validación de la calidad del cronograma.
- ✓ La validación la solución propuesta mediante el método Delphi, obteniendo como resultado una alta probabilidad de éxito con un nivel de 95% de confianza y un 5% de error permisible.

Dando de esta forma cumplimiento a los objetivos planteados.

Recomendaciones

- ✓ Aplicar la guía propuesta en el Centro de Informatización de la Gestión de Entidades.
- ✓ Incorporar en la ficha de los procesos, herramientas que automaticen las actividades definidas, lo cual pudiera ser objetivo de otra investigación o trabajo posterior.
- ✓ Actualizar paulatinamente los datos de los activos fundamentales que intervienen en el proceso de planificación en una organización desarrolladora de software, como son el cronograma tipo y el método de estimación, para que sean retroalimentados en función del aumento de la eficacia que se vaya logrando en los proyectos de la entidad en cuestión.

Referencias Bibliográficas

1. Sitio Oficial de EcuRed: Enciclopedia Cubana. *EcuRed: Enciclopedia Cubana*. [En línea] 15 de Junio de 2011. [Citado el: 15 de Junio de 2011.] http://www.ecured.cu/index.php/Historia_de_la_computaci%C3%B3n.
2. Sitio Oficial del Ministerio de Relaciones Exteriores de Cuba. *cubaminrex.cu*. [En línea] 16 de 11 de 2005. [Citado el: 14 de 6 de 2011.] http://www.cubaminrex.cu/sociedad_informacion/Cuba_SI/Informatizacion.htm.
3. **Gracia Valdés, Wendy**. *Estrategia para la planificación de Sistemas de Gestión Empresarial*. La Habana : s.n., 2010.
4. **Clements, Paul y Northrop, Linda**. *Software Product Lines. Practice and Patterns*.
5. **Pestano Pino, Ing. Henrik**. *Propuesta de modelo de desarrollo para Líneas de Productos de Software en centros de producción*. Ciudad de La Habana : s.n., 2011.
6. **Santiesteban Quintana, Ing. Leyanis**. *Metodología para la planificación y seguimiento de proyectos de desarrollo de Sistemas Informáticos de Planificación de Recursos Empresariales*. La Habana : s.n., 2011.
7. **Pressman, Roger S**. *Ingeniería de Software un enfoque práctico*. Madrid : McGraw-Hill, 2001.
8. **Yeong, Anthony**. *The Marriage Proposal of PRINCE2 and PMBOK*. 2007.
9. Sitio Oficial del SEI. [En línea] Software Engineering Institute, 13 de Marzo de 2011. [Citado el: 13 de Marzo de 2011.] <http://www.sei.cmu.edu/productlines>.
10. **Northrop, Linda**. *Software Product Lines Essentials*. Pittsburg : Software Engineering Institute Carnegie Mellon University, 2008.
11. **Gil Castellanos, Blanca y Mondragón Campos, Oscar Adrián**. *Seminario de CMMI for Development*. México : s.n., 2008.
12. **Sequera, Guelvis; Bustamante, Juan; Vivas; Kenny**. CMMI. Planificación del Proyecto. [En línea] 24 de Junio de 2005. [Citado el: 24 de 2 de 2011.] http://carolina.terna.net/ingsw3/datos/CMMI_PlanificacionProyecto.ppt.
13. **Institute, Project Management**. *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK)*. Pennsylvania : PMI Publications, 2004. ISBN 1-930699-73-5.
14. Sitio Oficial del Centro de Conocimiento Virtual. *innovavirtual.org*. [En línea] 15 de Marzo de 2011. [Citado el: 15 de Marzo de 2011.] http://www.innovavirtual.org/campus/file.php/178/archivos_curso/C.
15. **Zamora, Ing. Juan Ignacio**. *Ing. Juan Ignacio Zamora M.MsC.+MBA:RUP en proyectos*. [En línea] 12 de Diciembre de 2007. [Citado el: 15 de Marzo de 2011.] <http://juazammo.blogspot.com/2007/12/rup-en-proyectos.html>.
16. Gestión de Proyectos TIC. [En línea] 16 de Julio de 2008. [Citado el: 17 de Junio de 2011.] <http://www.gestionproyectostic.com/2008/07/la-metodologia-prince2.html>.
17. **Rojas Eusebio, Oswaldo E**. *Rational Unified Process*. [En línea] 26 de Enero de 2011. [Citado el: 26 de Enero de 2011.] <http://www.scribd.com/doc/36229171/RUP-analisis-diseno>.
18. **Project Management Institute**. *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK)*. Pennsylvania : PMI Publications, 2004. ISBN 1-930699-73-5.
19. **M. Isabel de Arquer**. Sitio oficial del INSHT. [En línea] 27 de Mayo de 2011. [Citado el: 27 de Mayo de 2011.] <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/F>.
20. **Selltiz, C**. *Métodos de investigación de las relaciones sociales*. Madrid : Ediciones Rialps, 1973.
21. Sitio Oficial de diccionarios y enciclopedias académicas. [En línea] 18 de Junio de 2011. [Citado el: 18 de Junio de 2011.] http://www.esacademic.com/dic.nsf/es_mediclopedia/27185/artefacto.

22. Sitio Oficial del ITESCAM. [En línea] 18 de Junio de 2011. [Citado el: 18 de Junio de 2011.] www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r67100.DOCX.

23. Sitio oficial de definicion.de. [En línea] 18 de Junio de 2011. [Citado el: 18 de Junio de 2011.] <http://definicion.de/rol/>.

Bibliografía

- Bennatan, E. M.** *Software Project Management: A Practitioner's Approach*. New York: McGraw-Hill, Inc., 1992. ISBN: 0077074378.
- Bohem, B.** *Software Risk Management*. New Jersey: Piscataway(NJ) IEEE Computer, 1989.
- Bustos Farías, Eduardo.** *Sistemas Informáticos de Planificación de Recursos Empresariales (ERP)*. 2003.
- Cerrillo, David y Ruiz, Francisco.** *Planificación y Gestión de Sistemas de Información. Estimación de Software*. Castilla-La Mancha: Universidad de Castilla-La Mancha, 1999.
- Clements, Paul y Northrop, Linda.** *Software Product Lines. Practice and Patterns*.
- Cruz Hernández, Pedro y Nakama Arakaki, Erick Daniel.** *Implementación de 5 áreas de proceso del modelo de calidad CMMI: gestión y desarrollo de requerimientos, validación, y verificación*. Lima : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2009.
- Delgado Martínez, Ramsés, y otros.** *Método de estimación para proyectos de desarrollo de software de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI)*. La Habana: s.n., 2010.
- Eusebio Rojas, Oswaldo E.** Rational Unified Process. [En línea] 23 de Septiembre de 2010. [Citado el: 23 de Enero de 2011.] <http://www.scribd.com/doc/36229171/RUP-analisis-diseno>.
- García, F. y y otros.** *Una ontología de la Medición del Software*. España: s.n., 2004.
- Gestión de Proyectos TIC. [En línea] 16 de Julio de 2008. [Citado el: 17 de Junio de 2011.] <http://www.gestionproyectostic.com/2008/07/la-metodologia-prince2.html>.**Rojas Eusebio, Oswaldo E.** *Rational Unified Process*. [En línea] 26 de Enero de 2011. [Citado el: 26 de Enero de 2011.] <http://www.scribd.com/doc/36229171/RUP-analisis-diseno>.
- Gil Castellanos, Blanca y Mondragón Campos, Oscar Adrián.** *Seminario de CMMI for Development*. México : s.n., 2008.
- Gracia Valdés, Wendy.** *Estrategia para la planificación de Sistemas de Gestión Empresarial*. La Habana : s.n., 2010.
- Gracia, Joaquín.** *Gestión de Proyectos con SCRUM*. 2006.
- Heredia, Rafael.** *Dirección Integrada de Proyecto (DIP)*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 1995.
- Institute, Project Management.** *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK)*. Pennsylvania: PMI Publications, 2004. ISBN 1-930699-73-5.
- Luis Peralta, Mario.** *Asistente para la Evaluación de CMMI-SW*. Buenos Aires: Instituto tecnológico de Buenos Aires (ITBA), 2004.
- M. Isabel de Arquer.** Sitio oficial del INSHT. [En línea] 27 de Mayo de 2011. [Citado el: 27 de Mayo de 2011.] <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/F>.

Montesa, José O. *Evaluación, Organización y Gestión de Proyectos Informáticos*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2001.

Northrop, Linda. *Software Product Lines Essentials*. Pittsburg: Software Engineering Institute Cargie Mellon University, 2008.

Pérez Giraldo, Otoniel. *Métricas, Estimación y Planificación en Proyectos de Software*. Universidad de Guadalajara, México: s.n., 2010.

Pérez León, Rolando Alfredo. *Una introducción a la Gestión de Proyectos*.

Pestano Pino, Ing. Henrik. *Propuesta de modelo de desarrollo para Líneas de Productos de Software en centros de producción*. Ciudad de La Habana: s.n., 2011.

Pressman, Roger S. *Ingeniería de Software un enfoque práctico*. Madrid: McGraw-Hill, 2001.

Project Management Institute. *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK)*. Pennsylvania: PMI Publications, 2004. ISBN 1-930699-73-5.

PRojects IN Controlled Environments. Sitio oficial de Prince. *Sitio oficial de Prince*. [En línea] 14 de Enero de 2011. [Citado el: 14 de Enero de 2011.] <http://www.prince-officialsite.com/>.

Rigoni Brualla, Cecilian. CMMI: mejora del proceso en fábricas de software. [En línea] 2010. [Citado el: 11 de Noviembre de 2010.] <http://www.mityc.es/dgdsi/es-ES/Servicios/Biblioteca%20Jornadas/Jornadas/s01CeciliaRigoni.pdf>.

Rodríguez, José Ramón, García Mínguez, Jordi y Lamarca Orozco, Ignacio. *Gestión de proyectos informáticos:métodos,herramientas y casos*. Barcelona: UOC, 2007.

Santiesteban Quintana, Ing. Leyanis. *Metodología para la planificación y seguimiento de proyectos de desarrollo de Sistemas Informáticos de Planificación de Recursos Empresariales*. La Habana: s.n., 2011.

Selltiz, C. *Métodos de investigación de las relaciones sociales*. Madrid: Ediciones Rialps, 1973.

Sequera, Guelvis; Bustamante, Juan; Vivas; Kenny. CMMI. Planificación del Proyecto. [En línea] 24 de Junio de 2005. [Citado el: 24 de 2 de 2011.] http://carolina.terna.net/ingsw3/datos/CMMI_PlanificacionProyecto.ppt.

Sitio Oficial de APMG-International. *APMG-International*. [En línea] 2009. [Citado el: 15 de Marzo de 2011.] <http://www.apmg-international.com/APMG-UK/PRINCE2/AboutPRINCE2/WhatIsPRINCE2.asp>.

Sitio oficial de definicion.de. [En línea] 18 de Junio de 2011. [Citado el: 18 de Junio de 2011.] <http://definicion.de/rol/>

Sitio Oficial de diccionarios y enciclopedias académicas. [En línea] 18 de Junio de 2011. [Citado el: 18 de Junio de 2011.] http://www.esacademic.com/dic.nsf/es_mediclopedia/27185/artefacto.

Sitio Oficial de EcuRed: Enciclopedia Cubana. *EcuRed: Enciclopedia Cubana*. [En línea] 15 de Junio de 2011. [Citado el: 15 de Junio de 2011.] http://www.ecured.cu/index.php/Historia_de_la_computaci%C3%B3n.

Sitio Oficial del Centro de Conocimiento Virtual. *innovavirtual.org*. [En línea] 15 de Marzo de 2011. [Citado el: 15 de Marzo de 2011.] http://www.innovavirtual.org/campus/file.php/178/archivos_curso/C.

Sitio oficial del GTIC. *gtic.ssr.upm.es*. [En línea] 25 de Mayo de 2011. [Citado el: 25 de Mayo de 2011.] <http://www.gtic.ssr.upm.es/encuestas/delphi.htm>.

Sitio Oficial del ITESCAM. [En línea] 18 de Junio de 2011. [Citado el: 18 de Junio de 2011.] www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r67100.DOCX.

Sitio Oficial del Ministerio de Relaciones Exteriores de Cuba. *cubaminrex.cu*. [En línea] 16 de 11 de 2005. [Citado el: 14 de 6 de 2011.] http://www.cubaminrex.cu/sociedad_informacion/Cuba_SI/Informatizacion.htm.

Sitio Oficial del SEI. [En línea] Software Engineering Institute, 13 de Marzo de 2011. [Citado el: 13 de Marzo de 2011.] <http://www.sei.cmu.edu/productlines>.

Varas C., Marcela P. *Modelo de Gestión de Proyectos Software: Estimación del Esfuerzo de Desarrollo*. Concepción: s.n., 1995.

Vásquez, Juan Miguel. Sitio Oficial del INCP. *www.incp.org.co*. [En línea] 26 de Mayo de 2011. [Citado el: 26 de Mayo de 2011.] <http://www.incp.org.co/index.php/opinion/la-esquina-del-director/341-el-metodo-delphi-.html>.

Yeong, Anthony. *The Marriage Proposal of PRINCE2 and PMBOK*. 2007.

Zamora, Ing. Juan Ignacio. *Ing. Juan Ignacio Zamora M.MsC.+MBA:RUP en proyectos*. [En línea] 12 de Diciembre de 2007. [Citado el: 15 de Marzo de 2011.] <http://juazammo.blogspot.com/2007/12/rup-en-proyectos.html>.

Glosario de términos

Artefacto: “cualquier obra manual realizada con un propósito o función técnica específica” (21).

Gestión de proyecto: “se basa en la regulación de la administración durante el ciclo de vida del desarrollo de un proyecto. Abarca los procesos de planificación, seguimiento, control y se encarga de la toma de decisiones mediante el análisis y la puesta en práctica de estrategias alternativas que solucionen las situaciones no planificadas que pudieran presentarse” (3).

Método: “es un orden que debe imponer a los diferentes procesos necesarios para lograr un fin dado o resultados” (1).

Planificación: “es el proceso de la gestión de proyectos que permite definir los objetivos y determinar los medios para alcanzarlos, mediante la realización de planes razonables que garanticen el cumplimiento en tiempo de las actividades previamente establecidas y el uso eficiente de los recursos” (3).

Proceso: “es un conjunto de actividades o eventos (coordinados u organizados) que se realizan o suceden (alternativa o simultáneamente) con un fin determinado” (22).

Rol: “función que alguien o algo cumple, papel de un actor, que proviene del francés rôle” (23).

Anexas

Anexo 1. Vista del cronograma tipo en el Gespro (v11.05)

Plantilla LPS Búsqueda: Plantilla LPS

Vistazo | Alcance y Tiempo | Control y seguimiento | Comunicaciones | Gestión documental | Configuración

+ Agregar | - Eliminar | Auto | Salvar | Gestionar líneas bases

Tema	#	TE(h)	Fecha Inicio	Fecha Fin	%
Fase de inicio	83568	6	2011/05/20	2011/05/20	0%
Adquisición del conocimiento del dominio	83569	6	2011/05/20	2011/05/20	0%
Identificar interesados	83570	6	2011/05/20	2011/05/20	0%
Elaborar Plan de involucrados	83571	6	2011/05/20	2011/05/20	0%
Definir organización del Proyecto	83572	6	2011/05/20	2011/05/20	0%
Análisis de factibilidad del proyecto	83573	6	2011/05/20	2011/05/20	0%
Definir modelo de desarrollo	83574	6	2011/05/20	2011/05/20	0%
Definir la solución y requisitos técnicos	83575	6	2011/05/20	2011/05/20	0%
Definir arquitectura de la solución (Aproximación Técnica)	83576	6	2011/05/20	2011/05/20	0%
Estudio Preliminar	83577	6	2011/05/20	2011/05/20	0%
Planificar Estudio Preliminar	83578	6	2011/05/20	2011/05/20	0%
Crear el repositorio del proyecto	83579	6	2011/05/20	2011/05/20	0%
Generar niveles de acceso al repositorio	83580	6	2011/05/20	2011/05/20	0%
Elaborar Proyecto Técnico	83581	6	2011/05/20	2011/05/20	0%
Capacitación del Método de Estimación (si es necesario)	83582	6	2011/05/20	2011/05/20	0%
Realizar estimaciones de tamaño, tiempo, esfuerzo y costo	83583	6	2011/05/20	2011/05/20	0%

Page 1 of 8

Paquete de Gestión de Proyectos (GESPRO 11.05). Dirección Técnica, UCI, 2010-2011. Powered by Redmine © 2006-2011 Jean-Philippe Lang

Anexo 2. Plantilla para la lista de actividades del proyecto

Lista de actividades del proyecto								Seguimiento y revisiones	
Equipo de trabajo	Entregable	Actividad	Descripción	Hito	Recursos humanos	Recursos materiales	Esfuerzo	Cambios Realizados	Comentarios

Anexo 3. Plantilla del monitoreo para el control de la calidad del cronograma

Fecha:				
Área chequeada:				
Nombre responsable del área:				
Pregunta	Estado	Peso	Calificación	Observación
¿Están desglosadas todas las actividades de cada uno de los paquetes funcionales?				
¿Están establecidas las dependencias entre cada una de las actividades de los paquetes funcionales?				
¿Está estimado el esfuerzo necesario para realizar cada actividad?				
¿Se encuentra actualizada la duración de cada actividad?				
¿Se encuentra actualizado el calendario de recursos?				
¿Están planificados los recursos humanos necesarios para cada actividad?				
¿Están planificados los recursos materiales necesarios para cada actividad?				
¿Está actualizada la vista uso de los recursos?				
¿Los hitos del proyecto están identificados en el cronograma?				
¿En el área de producción el cronograma tiene correspondencia con el modelo de desarrollo que utiliza el proyecto?				
Evaluación Final:				
Observaciones generales:				
Evaluado por:				
Cargo que posee:				

Anexo 4. Guía para el monitoreo y control de la calidad del cronograma

1. Se recoge la fecha en que se realiza el chequeo, el área que será chequeada, a la cual responde el cronograma y la persona que lo elaboró o que se encuentra presente en función de la misma.
2. Según las preguntas de control establecidas, el evaluador otorga el estado (valor teniendo en cuenta el estado de actualización en que se encuentren) a cada una y el respectivo peso (se otorga en consideración a la implicación que posee para el proyecto que no sea satisfactoria la actualización del aspecto referenciado la pregunta); tanto el estado como el peso oscilan entre 1 y 5 según dichas escalas :

✓ **Escala del estado**

- 0-2 Desactualizado
- 3-Regular

- 4- Adecuado

- 5-Excelente

✓ **Escala del Peso**

- 0-2 Necesario

- 3-Importante

- 4-Muy Importante

- 5-Imprescindible

3. Luego se multiplica el valor del peso con el estado de cada pregunta y se divide entre 5 y se obtiene la calificación de cada pregunta.
4. Se obtiene finalmente la evaluación de forma cuantitativa calculando el promedio de las calificaciones de las preguntas de control y de forma cualitativa comparando con la misma escala establecida para el estado.
5. Por último también se pueden reflejar observaciones o recomendaciones a cada pregunta y de forma general.

Anexo 5. Plantilla para el método de estimación

Factores de complejidad:		Desarrolladores		
Factores	Complejidad	Aspectos	Cantidad	Tipo tecnología
Existe un sistema anterior?		Programadores nivel Alto		
Existe conocimiento sobre el lenguaje de programación?		Programadores nivel Medio		
Nivel de conocimiento de los desarrolladores		Programadores nivel Bajo		
Los desarrolladores de la organización están dedicados a tiempo				

Listado de componentes				
Componentes Desarrollados desde Cero				
Tamaño: Grande				
Nro.	Nombre del componente	Complejidad	Nivel de integración	Esfuerzo(h/h)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
Tamaño: Mediano				
	Nombre del componente	Complejidad	Nivel de integración	Esfuerzo(h/h)
1				
2				
3				

Anexo 6. Guía para Informar el Peso de los Criterios

Modelo No. 1

Guía para informar el peso de los criterios.

Rol en que se desempeña: _____

Categoría Docente: _____

Categoría Científica: _____

Experto # _____

El peso total asignado debe ser 100, por lo que usted le otorgará un peso a cada criterio según su opinión y el peso final de cada grupo deberá sumar:

- ✓ Grupo No.1-----20
- ✓ Grupo No.2-----30
- ✓ Grupo No.3----- 20
- ✓ Grupo No.4-----30

Grupo No. 1: Criterios de mérito científico

1) Valor científico que usted le confiere a la propuesta.

Peso: _____

2) Calidad de la investigación.

Peso: _____

3) Aporte científico.

Peso: _____

Grupo No. 2: Criterios implantación

4) Satisfacción de las necesidades de los proyectos que desarrollan Sistemas Informáticos.

Peso: _____

5) Necesidad del empleo de la propuesta.

Peso: _____

6) Empleo de los modelos de Gestión de Proyectos estudiados.

Peso: _____

- 7) Para llevar a cabo una adecuada Gestión de Proyecto los ingenieros deben tener conocimiento sobre el flujo de trabajo de las actividades.

Peso: _____

Grupo No.3: Criterios de flexibilidad

- 8) Adaptabilidad al proceso de planificación de otros proyectos productivos.

Peso: _____

- 9) Facilidad de entendimiento de los artefactos propuestos.

Peso: _____

- 10) Fácil interpretación de las técnicas y herramientas de Gestión de Proyectos propuestas.

Peso: _____

Grupo No.4: Criterios de impacto

- 11) Repercusión de la solución propuesta para llevar a cabo la planificación en los proyectos que desarrollan Sistemas Informáticos.

Peso: _____

- 12) Aceptación de la propuesta por los líderes de proyectos.

Peso: _____

- 13) Impacto de la propuesta en el proyecto.

Peso: _____

Valoraciones o sugerencias:

Anexo 7. Guía para la evaluación

Modelo No. 2

Guía para la evaluación.

Experto # _____

Criterios de medida que se evalúan en una escala de 1 – 5

Grupo No. 1: Criterios de mérito científico

Valor científico de la propuesta.

Peso: _____

Calidad de la investigación.

Peso: _____

Aporte científico.

Peso: _____

Grupo No. 2: Criterios implantación

Satisfacción de las necesidades de los proyectos que desarrollan Sistemas Informáticos.

Peso: _____

Necesidad del empleo de la propuesta.

Peso: _____

Empleo de los modelos de Gestión de Proyecto estudiados

Peso: _____

Para llevar a cabo una adecuada Gestión de Proyecto los ingenieros deben tener conocimiento sobre el flujo de trabajo de las actividades.

Peso: _____

Grupo No.3: Criterios de flexibilidad

Adaptabilidad al proceso de planificación de otros proyectos productivos.

Peso: _____

Facilidad de entendimiento de los artefactos propuestos.

Peso: _____

Fácil interpretación de las técnicas y herramientas de Gestión de Proyectos propuestas.

Peso: _____

Grupo No.4: Criterios de impacto

Repercusión de la solución propuesta para llevar a cabo la planificación en los proyectos que desarrollan Sistemas Informáticos.

Peso: _____

Aceptación de la propuesta por los líderes de proyectos.

Peso: _____

Impacto de la propuesta en el proyecto.

Peso: _____

Categoría final del proyecto

___ Excelente: Alta novedad científica, con aplicabilidad y resultados relevantes.

___ Bueno: Novedad científica, resultados destacados.

___ Aceptable: Suficientemente bueno con reservas.

___ Cuestionable: No tiene relevancia científica y los resultados son malos.

___ Malo: No aplicable.

Valoración final:

Sugerencias del evaluador para mejorar la calidad de la solución:

Elementos críticos que deben mejorarse:

Anexo 8. Tabla de los valores del peso relativos a cada criterio

G	C/E	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E _p
20	C ₁	7	6	12	5	10	6	8	7,71428
	C ₂	6	7	5	10	7	8	6	7
	C ₃	7	7	3	5	3	6	6	5,28571
30	C ₄	6	7	10	5	10	5	10	7,57142
	C ₅	10	9	10	5	10	5	7	8
	C ₆	6	7	5	10	6	10	6	7,14285

	C₇	8	7	5	10	4	10	7	7,28571
20	C₈	6	6	10	5	8	6	7	6,85714
	C₉	8	8	5	10	6	7	7	7,28571
	C₁₀	6	6	5	5	6	7	6	5,85714
30	C₁₁	10	10	15	10	10	12	10	11
	C₁₂	10	10	5	10	10	9	10	9,14285
	C₁₃	10	10	10	10	10	9	10	9,85714
T		100	100	100	100	100	100	100	100

Anexo 9. Tabla para el cálculo de Concordancia

Expertos/ Criterios	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	ΣE	E _p	ΔC	ΔC ²
C₁	7	6	12	5	10	6	8	54	7,71428	0,15384	0,02366
C₂	6	7	5	10	7	8	6	49	7	-4,84615	23,48520
C₃	7	7	3	5	3	6	6	37	5,28571	-16,84615	283,792899
C₄	6	7	10	5	10	5	10	53	7,57142	-0,84615	0,71597
C₅	10	9	10	5	10	5	7	56	8	2,15384	4,63905
C₆	6	7	5	10	6	10	6	50	7,14285	-3,84615	14,79289
C₇	8	7	5	10	4	10	7	51	7,28571	-2,84615	8,10059
C₈	6	6	10	5	8	6	7	48	6,85714	-5,84615	34,17751
C₉	8	8	5	10	6	7	7	51	7,28571	-2,84615	8,10059
C₁₀	6	6	5	5	6	7	6	41	5,85714	-12,84615	165,02366
C₁₁	10	10	15	10	10	12	10	77	11	23,15384	536,10059
C₁₂	10	10	5	10	10	9	10	64	9,14285	10,15384	103,10059
C₁₃	10	10	10	10	10	9	10	69	9,85714	15,15384	229,63905
DC	100	100	100	100	100	100	100	700	100	0	1411,69230
MΣE	53.84615										
W	0.15829										
X²	13.2969										

Anexo 10. Tabla para la calificación de cada criterio

Criterios	Clasificación (c)					P	P x c
	1	2	3	4	5		
C1				x		0,07714286	0,30857143
C2				x		0,07	0,28
C3				x		0,05285714	0,21142857
C4				x		0,07571429	0,30285714
C5				x		0,08	0,32
C6				x		0,07142857	0,28571429
C7				x		0,07285714	0,29142857
C8				x		0,06857143	0,27428571
C9				x		0,07285714	0,29142857
C10				x		0,05857143	0,23428571
C11				x		0,11	0,44
C12				x		0,09142857	0,36571429
C13				x		0,09857143	0,39428571

Anexo 11. Tabla de Distribución Chi Cuadrado

v/p	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
1	10,8274	9,1404	7,8794	6,6349	5,0239	3,8415	2,7055	2,0722	1,6424	1,3233	1,0742	0,8735	0,7083	0,5707	0,4549
2	13,8150	11,9827	10,5965	9,2104	7,3778	5,9915	4,6052	3,7942	3,2189	2,7726	2,4079	2,0996	1,8326	1,5970	1,3863
3	16,2660	14,3202	12,8381	11,3449	9,3484	7,8147	6,2514	5,3170	4,6416	4,1083	3,6649	3,2831	2,9462	2,6430	2,3660
4	18,4662	16,4238	14,8602	13,2767	11,1433	9,4977	7,7794	6,7449	5,9886	5,3953	4,8784	4,4377	4,0446	3,6871	3,3567
5	20,5147	18,3854	16,7496	15,0863	12,8325	11,0705	9,2363	8,1152	7,2593	6,6257	6,0644	5,5731	5,1319	4,7278	4,3515
6	22,4575	20,2491	18,5475	16,8119	14,4494	12,5916	10,6446	9,4461	8,5581	7,8408	7,2311	6,6948	6,2108	5,7652	5,3481
7	24,3213	22,0402	20,2777	18,4753	16,0128	14,0671	12,0170	10,7479	9,8032	9,0371	8,3834	7,8061	7,2832	6,8000	6,3458
8	26,1239	23,7742	21,9549	20,0902	17,5345	15,5073	13,3616	12,0271	11,0301	10,2189	9,5245	8,9094	8,3505	7,8325	7,3441
9	27,8767	25,4625	23,5893	21,6660	19,0228	16,9190	14,6837	13,2880	12,2421	11,3887	10,6564	10,0060	9,4136	8,8632	8,3428
10	29,5879	27,1119	25,1881	23,2093	20,4832	18,3070	15,9872	14,5339	13,4420	12,5489	11,7807	11,0971	10,4732	9,8922	9,3418
11	31,2635	28,7291	26,7569	24,7250	21,9200	19,6752	17,2750	15,7671	14,6314	13,7007	12,8987	12,1836	11,5298	10,9199	10,3410
12	32,9092	30,3182	28,2997	26,2170	23,3367	21,0261	18,5493	16,9893	15,8120	14,8454	14,0111	13,2661	12,5838	11,9463	11,3403
13	34,5274	31,8830	29,8193	27,6882	24,7356	22,3620	19,8119	18,2020	16,9848	15,9839	15,1187	14,3451	13,6356	12,9717	12,3398
14	36,1239	33,4262	31,3194	29,1412	26,1189	23,6848	21,0641	19,4062	18,1508	17,1169	16,2221	15,4209	14,6853	13,9961	13,3393
15	37,6978	34,9494	32,8015	30,5780	27,4884	24,9958	22,3071	20,6030	19,3107	18,2451	17,3217	16,4940	15,7332	15,0197	14,3389
16	39,2518	36,4555	34,2671	31,9999	28,8453	26,2962	23,5418	21,7931	20,4651	19,3689	18,4179	17,5646	16,7795	16,0425	15,3385
17	40,7911	37,9462	35,7184	33,4087	30,1910	27,5871	24,7690	22,9770	21,6146	20,4887	19,5110	18,6330	17,8244	17,0646	16,3382
18	42,3119	39,4220	37,1564	34,8052	31,5264	28,8693	25,9894	24,1555	22,7595	21,6049	20,6014	19,6993	18,8679	18,0860	17,3379
19	43,8194	40,8847	38,5821	36,1908	32,8523	30,1435	27,2036	25,3289	23,9004	22,7178	21,6891	20,7638	19,9102	19,1069	18,3376
20	45,3142	42,3358	39,9969	37,5663	34,1696	31,4104	28,4120	26,4976	25,0375	23,8277	22,7745	21,8265	20,9514	20,1272	19,3374
21	46,7963	43,7749	41,4009	38,9322	35,4789	32,6706	29,6151	27,6620	26,1711	24,9348	23,8578	22,8876	21,9915	21,1470	20,3372
22	48,2676	45,2041	42,7957	40,2894	36,7807	33,9245	30,8133	28,8224	27,3015	26,0393	24,9390	23,9473	23,0307	22,1663	21,3370
23	49,7276	46,6231	44,1814	41,6383	38,0756	35,1725	32,0069	29,9792	28,4288	27,1413	26,0184	25,0055	24,0689	23,1852	22,3369
24	51,1790	48,0336	45,5584	42,9798	39,3641	36,4150	33,1962	31,1325	29,5533	28,2412	27,0960	26,0625	25,1064	24,2037	23,3367
25	52,6187	49,4351	46,9280	44,3140	40,6465	37,6525	34,3816	32,2825	30,6752	29,3388	28,1719	27,1183	26,1430	25,2218	24,3366
26	54,0511	50,8291	48,2898	45,6416	41,9231	38,8851	35,5632	33,4295	31,7946	30,4346	29,2463	28,1730	27,1789	26,2395	25,3365
27	55,4751	52,2152	49,6460	46,9628	43,1945	40,1133	36,7412	34,5736	32,9117	31,5284	30,3193	29,2266	28,2141	27,2569	26,3363
28	56,8918	53,5939	50,9936	48,2782	44,4608	41,3372	37,9159	35,7150	34,0266	32,6205	31,3909	30,2791	29,2456	28,2740	27,3362
29	58,3006	54,9662	52,3355	49,5878	45,7223	42,5569	39,0875	36,8538	35,1394	33,7109	32,4612	31,3308	30,2825	29,2908	28,3361