



**Universidad de las Ciencias Informáticas**

**Facultad 3**

**Propuesta de Modelo para Gestión de Tiempo en el  
Centro de Tecnologías de Almacenamiento y Análisis de  
Datos  
(CENTALAD)**

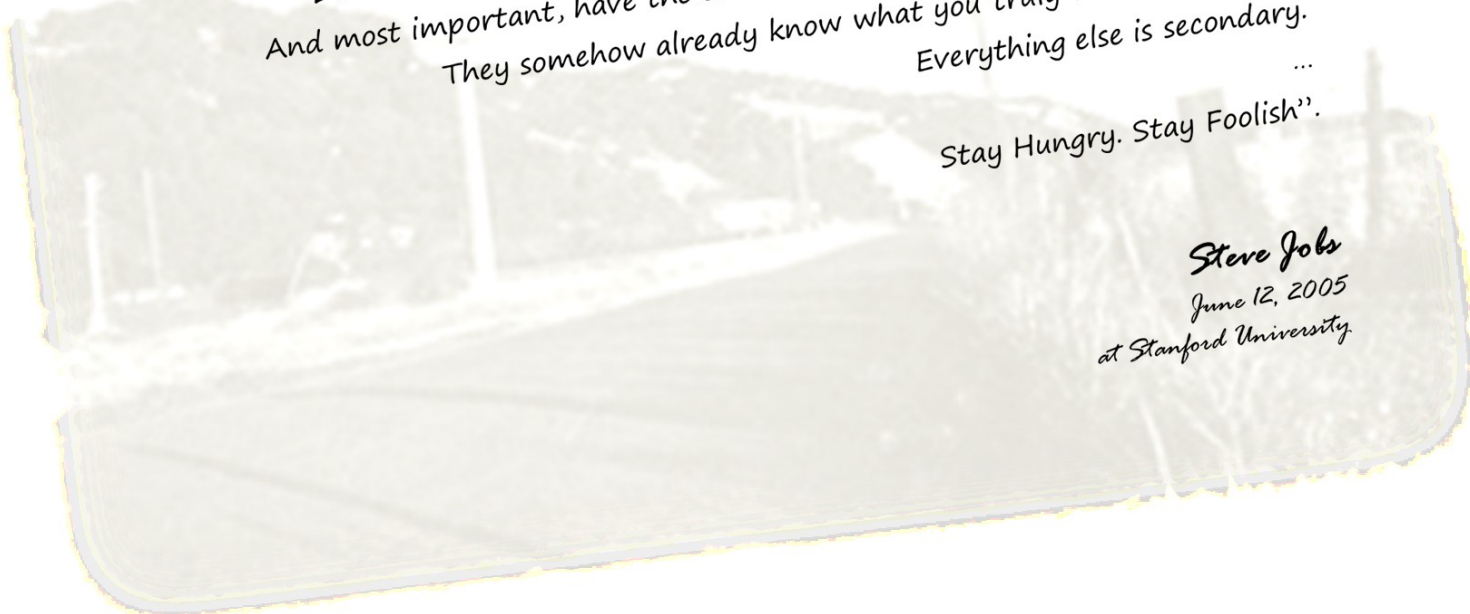
**Trabajo de Diploma para optar por el título de  
Ingeniero en Ciencias Informáticas**

**Autor:** Omar Ahmed García Pérez

**Tutores:** Dr. C Pedro Yobanis Piñeiro Pérez

Ing. Yanisleidy Barroso Benítez

**Ciudad de la Habana, Junio 2009**



“...Your time is limited, so don't waste it living someone else's life.  
Don't be trapped by dogma, which is living with the results of other people's thinking.  
Don't let the noise of others' opinions drown out your own inner voice.  
And most important, have the courage to follow your heart and intuition.  
They somehow already know what you truly want to become.  
Everything else is secondary.

...  
Stay Hungry. Stay Foolish”.

*Steve Jobs*  
*June 12, 2005*  
*at Stanford University*

## 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 firmo la presente a los \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_\_.

Omar Ahmed García Pérez

Ing. Yanisleidy Barroso Benítez.

---

Firma del autor

---

Firma del tutor

Dr. C Pedro Yobanis Piñero Pérez

---

Firma del tutor

# Dedicatoria

---

*A mi Abuela, que ya no está entre nosotros.*

*A mi Madre.*

# Agradecimientos

---

*A mi Madre, que ha sido un padre y un amigo, por exigirme siempre el extra.*

*A mi Abuela por aguantarme todos los paquetes y malcriadeces.*

*A mi padre, a pesar de todo, por iniciarme en el mundo de las ciencias.*

*A mi familia, en especial a mis “tíos”: Mercedes y Aristico.*

*A Jess por su incondicional amistad y ayuda en todo momento.*

*A Linnet por ser una hermana.*

*A Virginia por los sueños y las ilusiones.*

*A la clásica por estar siempre en sintonía, por nuestras cosas.*

*A Tico, por la amistad, por ser un compañero de tesis.*

*A los amigos, en especial al Yoga, el Pay y el Moise.*

*A todo el Dream Team, en especial a Lisset, Lobo, Julio y Frank.*

*Al piquete del Pre, por el vicio de la programación.*

*A Dinella, por las tantas preguntas por el jabber en horas inoportunas.*

*A mis dos hiperactivos tutores: Yani y Pedro, por la guía y el conocimiento compartido.*

*A Fidel y a la Revolución, por crear una universidad como esta.*

*A todos los que contribuyeron en mi formación.*

*A todos los que colaboraron para lograr este trabajo, de forma consciente o no.*

# Resumen

---

El presente trabajo propone un modelo para la Gestión de Tiempo de los proyectos de software del CENTALAD. Durante la confección del mismo primeramente se realizó un estudio del estado del arte de las tendencias mundiales respecto a la Gestión de Tiempo, analizando sus ventajas y desventajas. El modelo propuesto, adaptado a las características del modelo de producción de los entornos productivos de la Universidad de las Ciencias Informáticas, propone una representación lógica de procesos puntuales para gestionar el tiempo de las actividades necesarias para el completamiento de un proyecto. Define de manera detallada las actividades que los conforman, así como un conjunto técnicas y métricas, roles involucrados y artefactos para su documentación; todo lo anterior en función de brindar una guía práctica y objetiva en su utilización.

**Palabras claves:** Modelo, Gestión de Tiempo, Actividades, Gestión de Proyectos.

# Abstract

---

The present work proposes a model for Time Management in software projects at CENTALAD. During its confection firstly was realized a state of art study of Time Management world's trend, analyzing its advantages and disadvantages. The projected model, which is adapted to University of Information Sciences production model features, proposes a logic representation of objective processes for managing the activities' time needed for project completion. It defines, in detail way, component activities, as well as a set of techniques and metrics, involving roles and artifacts for its documentation; all of these in order to give a practical and objective guide for its use.

**Key words:** Model, Time Management, Activities, Project Management.

# Índice de Contenidos

---

Índice de Contenidos .....	1
Índice de Figuras .....	3
Índice de Tablas .....	5
Índice de Gráficas .....	5
Introducción .....	6
¿Cómo se emplea el tiempo? .....	7
Gestión de Tiempo en el mundo de los negocios .....	8
Gestión de Tiempo en la producción de software .....	8
Breve caracterización de la Gestión de Tiempo en la Universidad de la Ciencias Informáticas .....	10
Problema Científico de Investigación .....	11
Hipótesis .....	11
Objetivo General .....	12
Objetivos Específicos .....	12
Objeto de Estudio .....	12
Campo de Acción .....	12
Variables .....	12
Estrategias y Métodos de Investigación .....	13
Aporte Teórico Práctico .....	13
Estructura del trabajo .....	14
Capítulo I: Estudio de Estado del Arte sobre Gestión de Tiempo en proyectos de software .....	15
Evolución de la Gestión de Tiempo .....	15
Principales exponentes de la Gestión de Tiempo .....	16
Project Management Institute (PMI®): PMBOK® .....	16
R.S. Pressman & Associates: Pressman .....	23
Microsoft Corporation: Microsoft Solutions Framework (MSF) .....	32
Modelo de calidad para la Gestión de Tiempo .....	34
Software Engineering Institute (SEI): CMMI .....	34

International Project Management Association (IPMA): IPMA Competence Baseline (ICB) .....	38
Gestión de Tiempo en la Universidad de las Ciencias Informáticas.....	41
Conclusiones del Estado del Arte.....	48
Capítulo II: Modelo para la Gestión de Tiempo .....	49
Alcance del modelo .....	49
Principios del Modelo .....	50
Premisas para la aplicación del Modelo .....	51
Presentación del Modelo .....	51
Proceso Organizativo .....	54
Planeación.....	54
Procesos del Modelo.....	55
Definición de Actividades.....	55
Secuenciación de Actividades .....	60
Estimación de Recursos .....	66
Estimación de Tiempo de Actividades .....	70
Desarrollo del Cronograma .....	74
Control del Cronograma.....	90
Roles y Responsabilidades .....	98
Artefactos.....	100
Flujo General de Actividades del Modelo .....	101
Resumen del Modelo .....	102
Conclusiones Parciales .....	105
Capítulo III: Aplicación del Modelo .....	106
Aplicación de la Propuesta .....	106
Organizando la Gestión de Tiempo.....	107
Definiendo actividades y sus relaciones de precedencia .....	107
Estimando recursos y tiempo para cada actividad .....	108
Confecionando el Cronograma .....	109
Resumen .....	109



Conclusiones Parciales .....	113
Conclusiones .....	114
Recomendaciones .....	115
Bibliografía.....	116
Anexos.....	119
Anexo I: Descripción del Plan de Gestión del Cronograma .....	119
Introducción .....	119
Gestión del Cronograma.....	119
Anexo II: Descripción del Cronograma De Proyecto.....	121
Introducción .....	121
Cronograma.....	121
Diagramas del cronograma.....	123
Anexo III: Descripción del Historial de Cronograma.....	124
Introducción .....	124
Monitoreo de Rendimiento.....	124
Estados transitados por el Cronograma.....	124
Anexo IV: Descripción de las Medidas Correctivas/Preventivas .....	126
Anexo V: Plan de Gestión del Cronograma. PATDSI - Sistema de Análisis de Datos v1.0.....	128
Anexo VI: Cronograma de Proyecto. PATDSI - Sistema de Análisis de Datos v1.0.....	135
Anexo VII: Aval emitido por la dirección del CENTALAD.....	149

## Índice de Figuras

---

Figura 1. Visión General de la Gestión de Tiempo. Tomado de (8).....	18
Figura 2. Cono de incertidumbre de la estimación de software. Tomado de (10).....	33
Figura 3. Artefactos para Gestión de Tiempo propuestos en el expediente oficial de proyectos.....	42
Figura 4. Evaluación de CMMI: Planificación de Proyectos. Tomado de (7).....	45

Figura 5. Evaluación de CMMI: Control y Monitoreo de Proyectos. Tomado de (7) .....	47
Figura 6. Principios del modelo. ....	50
Figura 7. Premisas del Modelo .....	51
Figura 8. Flujo de procesos más común del modelo Gestión de Tiempo propuesto. ....	52
Figura 9. Actividad de la Gestión de Tiempo en las fases del ciclo de vida de un proyecto. ....	53
Figura 10. Vista de la Actividad Introdutoria: Planeación. ....	54
Figura 11. Vista del Proceso: Definición de Actividades.....	55
Figura 12. Flujo de trabajo del Proceso: Definición de Actividades. ....	56
Figura 13. Vista de la Actividad: Descomposición de la EDT en actividades. ....	57
Figura 14. Vista del Proceso: Secuenciación de Actividades. ....	60
Figura 15. Flujo de trabajo del Proceso: Secuenciación de Actividades. ....	61
Figura 16. Figura 12. Vista de la Actividad: Determinación de dependencias. ....	62
Figura 17. Vista de la Actividad: Confección del diagrama de red. ....	63
Figura 18. Método de Diagramación por Precedencia. Tomado de (8) .....	64
Figura 19. Vista del Proceso: Estimación de recursos. ....	66
Figura 20. Flujo de trabajo del Proceso: Estimación de recursos.....	67
Figura 21. Vista de la actividad: Conciliación de recursos disponibles. ....	68
Figura 22. Vista de la actividad: Estimación de recursos para cada actividad. ....	68
Figura 23. Vista del Proceso: Estimación de duración de actividades.....	70
Figura 24. Flujo de trabajo del Proceso: Estimación de duración de actividades. ....	71
Figura 25. Vista de la actividad: Estimación de tiempo de actividades.....	72
Figura 26. Vista del Proceso: Desarrollo del Cronograma.....	74
Figura 27. Flujo de trabajo del Proceso: Desarrollo del Cronograma. ....	75
Figura 28. Vista de la actividad: Confección del Cronograma. ....	77
Figura 29. Vista de la Actividad: Detallado de actividades de la iteración inmediata.....	78
Figura 30. Vista de la actividad: Ajuste del Cronograma.....	79
Figura 31. Vista del Proceso: Control del Cronograma. ....	90
Figura 32. Flujo de Actividades del Proceso: Control del Cronograma. ....	91

Figura 33. Vista de la Actividad: Monitoreo de Rendimiento. ....	92
Figura 34. Vista de la Actividad Monitoreo de actividades del cronograma.....	93
Figura 35. Vista de la Actividad: Gestión de Medidas Correctivas/Preventivas.....	94
Figura 36. Vista de la Actividad: Validación de Medidas Correctivas/Preventivas. ....	94
Figura 37. Vista de la Actividad: Gestión de Cierre del Proyecto. ....	95
Figura 38. Flujo General de Actividades del Modelo.....	101

## Índice de Tablas

---

Tabla 1. Roles y Responsabilidades .....	99
Tabla 2. Artefactos del Modelo .....	100
Tabla 3. Resumen del modelo. ....	104
Tabla 4. Técnicas ejecutadas durante la aplicación de la propuesta.....	111

## Índice de Gráficas

---

Gráfica 1. Grado de aplicación de los procesos del modelo.....	110
Gráfica 2. Precisión de estimación para el cumplimiento de hitos tempranos del proyecto. ....	112

# Introducción

---

El tiempo es un fenómeno que está presente tanto en la vida cotidiana como en las distintas facetas del conocimiento en general. A diario se manejan continuamente nociones temporales: “antes”, “después”, “temprano”, “luego”, “en unos minutos”, “ayer”, que reflejan como la realidad cambia constantemente y es esta percepción del cambio, de la sucesión o duración de sucesos, ya sean aislados o relacionados lo que sugiere la idea del tiempo.

El tiempo constituye una dimensión fundamental de la vida humana, sin este el hombre sería incapaz de concebir esta, porque es un ser limitado por el tiempo y éste va marcando el devenir de la humanidad. Gracias a esta dimensión temporal, de la cual es imposible prescindir, el ser humano intenta entenderse a sí mismo y a los que lo rodean durante el tiempo de su vida, creando lazos fuertes en el ámbito social. La capacidad de ser entes históricos convierte en cómplices de la historia a todos aquellos que comparten un mismo período de vida, conociendo las mismas costumbres, culturas y maneras de concebir la realidad, haciéndolos dependientes del tiempo que les ha tocado vivir.

Sin embargo en la cotidianidad se torna un tanto difícil dar una definición precisa de qué es el tiempo en realidad. Algunos afirman que no existe, que es un abstracto, una ilusión; otros con la ayuda de los conocimientos adquiridos por la humanidad lo catalogan como una dimensión o la duración de la oscilación de los átomos de cesio. El mismo Einstein lo describe como una magnitud relativa que varía en dependencia del marco de referencia inercial y hasta los poetas han puesto su granito de arena, tal es el caso de Goethe, poeta y dramaturgo alemán que planteó: *“el tiempo es la imagen móvil de lo eterno”*. Pero una respuesta sencilla y aplicable que pudiera utilizarse de forma genérica es que el tiempo no es más que el período de duración transcurrido entre dos eventos cualesquiera.

Ese período que llamamos tiempo es el que ha regido la vida desde siempre, y cuando la evolución hubo de avanzar lo suficiente como para que la mente de los antecesores del hombre desempeñara una tarea cercana al razonamiento entonces estos comenzaron a organizar su día, su tiempo. Sabían que era mejor levantarse temprano para aprovechar el día y la mañana, antes de que el sol estuviera en el punto más alto del cielo al mediodía, siendo este el momento más caluroso del día, sabían que debían retornar a sus cuevas antes del anochecer. Más adelante el hombre aprendió qué era mejor cosechar y qué no en cada

una de las estaciones, aprendió cuál era la duración de cocción al fuego de alimentos específicos, así como que mientras durara este proceso podía alternar otras actividades. Y así, en lo que la cacería y la agricultura evolucionaban dándole paso a los grandes negocios actuales como son las transnacionales y el mercado de acciones en las bolsas, se fue forjando esa expresión tan repetida en el comercio a nivel mundial: *“el tiempo es dinero”*.

### **¿Cómo se emplea el tiempo?**

El tiempo es empleado en forma similar a como se puede utilizar el dinero: se gasta, se ahorra y se invierte. Cuando se gasta el tiempo en vano se ataca la eficiencia, la productividad o la efectividad, simplemente se ha malgastado sin ningún beneficio a cambio. Se dice que se ahorra tiempo cuando se desarrollan tareas en menos tiempo o con menos esfuerzo del que había sido necesario para realizar las mismas operaciones en ocasiones previas. Mediante el uso de técnica de reducción de tiempo y procesos bien definidos se puede racionalizar la duración de las actividades de manera que esta sea óptima, se dice entonces que se invierte el tiempo cuando se aprovecha el tiempo en el presente en garantizar un ahorro futuro de este.

Ilustrándolo en un ejemplo: se gasta el tiempo cuando se acude a ver un filme; sin embargo, para los guionistas el tiempo empleado en la película es una inversión desde el punto de vista de que los ayudará a refinar las habilidades para redactar guiones. Y si invierten tiempo en tomar lecciones de cómo utilizar un software especializado para esa labor, ahorrarían tiempo en un futuro cuando elaboren un guión.

Este sencillo ejemplo es una versión sintetizada de cómo evoluciona el enfoque de una actividad determinada cuando esta está sujeta a un proceso de Gestión de Tiempo.

La Gestión de Tiempo se define como los diversos medios mediante los cuales las personas optimizan su tiempo y otros recursos estrechamente relacionados con el fin de aprovecharlos lo mejor posible (1). Más específicamente, en un marco empresarial, se refiere a todas las prácticas, principios y sistemas que se utilizan de forma consciente para realizar la planificación de un proyecto de manera que este concluya a tiempo.

## **Gestión de Tiempo en el mundo de los negocios**

La Gestión de tiempo cumple dos propósitos principales en las organizaciones: el protector y el afirmativo. El propósito protector consiste en minimizar el riesgo reduciendo la incertidumbre que rodea al mundo de los negocios y definiendo las consecuencias de una acción administrativa determinada. El propósito afirmativo reside en la habilidad intrínseca de la planificación para elevar el nivel de éxito organizacional. Un propósito adicional consiste en coordinar los esfuerzos y los recursos dentro de las organizaciones.

Se puede considerar a la Gestión de Tiempo como el tronco fundamental de un árbol imponente, del que crecen las ramas de la organización, la dirección y el control, cuyo propósito fundamental es facilitar el logro de los objetivos de la empresa. Es un proceso continuo que refleja los cambios del ambiente en torno a cada organización, busca adaptarse a ellos e implica tomar en cuenta la naturaleza del ámbito futuro en el cual deberán ejecutarse las acciones planificadas obteniendo como resultado una estrategia para la organización que ayuda a fijar prioridades, permite concentrarse en las fortalezas de esta y facilita el tratamiento de problemas de cambios en el entorno externo, entre otros aspectos.

Planificar el tiempo significa que los ejecutivos estudian anticipadamente sus objetivos y acciones, y sustentan sus actos no en corazonadas sino con algún método, plan o lógica.

Los planes definen los objetivos de la organización y los procedimientos adecuados para alcanzarlos. Sirven de guía además para que la organización obtenga y aplique los recursos para lograr sus metas; para que sus miembros desempeñen actividades y tomen decisiones congruentes sobre los procedimientos escogidos. Todo esto es posible debido a que se enfoca la atención de los empleados sobre los objetivos que generan resultados, de manera que pueda asegurarse el logro de los objetivos organizacionales. (2)

## **Gestión de Tiempo en la producción de software**

El desarrollo de software es un proceso de naturaleza compleja mediante el que se modelan procesos de negocio automatizables para construir sistemas sujetos a determinadas características y requisitos con el objetivo de solucionar las necesidades y problemas que dichos procesos encubran.

Dentro de la industria del software el tiempo dedicado a la construcción de un proyecto resulta de vital importancia y puede definir el éxito del mismo ante su conclusión y salida al mercado o entrega a los clientes. Es por ello que cuando se plantea la creación de un sistema para resolver una determinada problemática, también se establece un plazo de tiempo en el cual este debe ser culminado, sujeto a un estudio del mercado y las necesidades de los clientes a quienes va dirigido. (3). El objetivo de la Gestión de Tiempo en este ámbito es garantizar la conclusión del proyecto a tiempo, logrando el alcance del mismo, en tiempo, costes y calidad requerida por el cliente, sin rebasar los riesgos inherentes.

Se convierte en una necesidad gestionar y aprovechar al máximo el tiempo de vida de un proyecto de software y establecer un marco de trabajo que permita realizar estimaciones razonables de recursos, costos y actividades a corto plazo. Dicha información es preciso que se actualice a medida que progresa el proyecto para obtener una visión clara del avance de este y estimular una retroalimentación activa que permita corregir deficiencias sobre la marcha y prever los mejores y peores escenarios que pudieran tener lugar en aras de evitar la sorpresa producida por la materialización de un riesgo asociado a una mala planificación.

Las estadísticas muestran como una porción importante de los factores que inducen fracasos en proyectos informáticos la ocupa una mala gestión del tiempo dentro del proyecto. Según (4), esta se coloca con un 8.1% de influencia para destruir el éxito de un proyecto informático debido a la falta de un seguimiento periódico de este, un control de la planificación y de las revisiones para tomar las acciones correctivas necesarias con las desviaciones (5).

En base a esto, las empresas dedicadas al desarrollo de sistemas informáticos han venido trazando hace algún tiempo estrategias con el fin de asegurar la productividad, buscando moldear en este contexto una disciplina de Gestión del Tiempo más seria y fuerte que los procedimientos y prácticas tradicionales enfocada en una planificación detallada de actividades a varios niveles con el objetivo de llevar un control estricto sobre qué se hace en cada instante de tiempo y aprovechar este al máximo.

## **Breve caracterización de la Gestión de Tiempo en la Universidad de la Ciencias Informáticas**

La Universidad de Ciencias Informáticas (UCI) es una institución universitaria de reciente creación que cuenta con la producción de software entre sus objetivos, proceso que se realiza basado en un modelo que vincula la formación de pregrado de estudiantes y la investigación. Esta tarea depende en gran medida de la capacidad para coordinar una eficiente Gestión de Proyectos y de los procedimientos y estándares utilizados para lograr esta (6), teniendo en cuenta entre otras una importante disciplina como lo es la Gestión de Tiempo, así como la experiencia acumulada.

En este contexto la universidad se presenta como una institución joven con un claustro y alumnado que no dispone de experiencia suficiente en la producción del software (6) y compuesta por facultades con líneas de producción orientadas en función de un segundo perfil relativo a cada una de ellas, que funcionan en paralelo con los Centros de Desarrollo además.

Como se aprecia, en la institución coexisten un universo de núcleos de producción que, aunque sujeto a un conjunto de normas, lineamientos mínimos de calidad y métricas estándares establecidas para la producción, operan individualmente utilizando sus propios criterios acerca de cuáles procedimientos, prácticas, herramientas y estándares emplear para llevar a cabo la Gestión de Tiempo. Todo lo cual genera *efectos colaterales* como la omisión de subprocesos de importancia moderada en adelante, la interpretación y completamiento de estos de diversas maneras en proyectos dentro de un mismo entorno productivo o la realización de otros cuyo aporte informativo es irrelevante debido al procesamiento de valores ficticios asignados a indicadores no presentes en el modelo de producción.

La documentación oficial que la universidad especifica para darle seguimiento y control a la Gestión de Tiempo se encuentra descrita en el expediente de proyecto definido por la Dirección de Producción (*ver Gestión de Tiempo en la Universidad de las Ciencias Informáticas. en el Cap. I*). Esta tributa a una Gestión de Tiempo superficial constituida principalmente por hitos y cronogramas de las iteraciones y una estrategia para supervisar el desarrollo del cronograma. En general, no se le brinda la adecuada atención a aspectos que gestiona esta disciplina, como pudieran ser la asignación de recursos, la estimación y los riesgos asociados a la planificación (7). Además, no existe una guía que asista en la planificación de tiempo en un proyecto en el entorno productivo de la universidad, elemento importante que se tuvo en



cuenta cuando hace algún tiempo surgió la idea de elaborar el llamado Libro Blanco de la Producción en la UCI (de cuyo avance se conoce poco), con el objetivo de tener una guía centralizada para la producción en la institución.

Independientemente de la existencia de un conjunto de modelos aplicables como la guía básica del PMBOK® (8) o adaptaciones de metodologías como *Microsoft Solutions Framework* o RUP<sup>1</sup>, los subprocesos y estándares internacionales no sólo de la Gestión de Tiempo, sino de la Gestión de Proyectos en general, no se ajustan completamente a los proyectos de producción de software y con frecuencia no contemplan un modelo de producción con una fuerte componente de pregrado e investigación como la que tenemos en la universidad (6). Convirtiéndose en una necesidad entonces la utilización de un modelo de Gestión de Tiempo que se adecúe a las características específicas del propio entorno de producción y que permita orientar objetiva y efectivamente los procedimientos necesarios para garantizar esta importante disciplina, así como potenciar su estandarización en el desarrollo de proyectos de software partiendo de su aplicación en uno de los entornos de producción de la universidad.

## **Problema Científico de Investigación**

Las insuficiencias en los modelos existentes de Gestión de Tiempo para la Gestión de Proyectos de software están afectando el desarrollo exitoso de los proyectos en el entorno productivo del Centro de Tecnologías de Almacenamiento y Análisis de Datos (CENTALAD) en relación al control y seguimiento, la estimación de recursos y el cumplimiento de los compromisos contraídos con el cliente.

## **Hipótesis**

Si se desarrolla un modelo de Gestión de Tiempo que facilite el proceso de Gestión de Proyectos de software en el entorno productivo del Centro de Inteligencia de Negocio y Tecnologías de Almacenamiento de Datos, este contribuiría a mejorar el desarrollo de los proyectos en relación al control y seguimiento, la estimación de recursos y el cumplimiento de los compromisos contraídos con el cliente.

---

<sup>1</sup> *RUP, Rational Unified Process.*

## **Objetivo General**

Desarrollar un modelo para la Gestión de Tiempo que contribuya a mejorar el desarrollo de los proyectos en el Centro de Inteligencia de Negocio y Tecnologías de Almacenamiento de Datos en relación al control y seguimiento, la estimación de recursos y el cumplimiento de los compromisos contraídos con el cliente.

## **Objetivos Específicos**

- Evaluar y analizar el estado del Arte de la Gestión de Tiempo en el proceso de desarrollo de software.
- Desarrollar un modelo de Gestión de Tiempo que facilite la Gestión de Proyectos de software.
- Validar el modelo propuesto a partir de su aplicación en el CENTALAD.

## **Objeto de Estudio**

Gestión de Proyectos de software.

## **Campo de Acción**

Gestión de Tiempo en proyectos de software.

## **Variables**

### *Variables independientes:*

- Modelo de Gestión de Tiempo para la Gestión de Proyectos de software.

### *Variables dependientes:*

- Control y seguimiento de proyectos productivos.
- Estimación de recursos.
- Cumplimiento de los compromisos contraídos con el cliente.

## **Estrategias y Métodos de Investigación**

Fue necesario apoyarse en estrategias y métodos de investigación que sirvieron de apoyo para obtener puntos de vista claves una vez abordada la realidad. Para ello se utilizaron como estrategias de investigación la exploratoria y la explicativa, que guiaron la indagación en un universo de artículos y libros en busca de las principales tendencias de la Gestión de Tiempo, el reconocimiento de sus principales rasgos y la comprensión de su funcionamiento en correspondencia con el medio sobre el que se aplican, así como la identificación de elementos cuya utilización en el modelo a proponer sería ventajosa.

Los métodos científicos de investigación empleados fueron los siguientes métodos teóricos: Histórico-Lógico, Analítico-Sintético, Hipotético-Deductivo y Sistémico. La aplicación de su conjunto moldeó una solución sólida al problema planteado, partiendo desde el enfoque histórico lógico del estudio del desarrollo de la Gestión de Tiempo y transitando por el planteamiento de objetivos específicos y una hipótesis que termina por demostrarse mientras la investigación profundiza. A la vez que el procesamiento de todo el cúmulo de información disponible produjo importantes conclusiones gracias al análisis y la síntesis.

## **Aporte Teórico Práctico**

La novedad científica del presente trabajo se resume en los puntos siguientes:

- Se obtendrá un Modelo de Gestión de Tiempo para mejorar el desarrollo de proyectos de software en el entorno productivo del Centro de Inteligencia de Negocio y Tecnologías de Almacenamiento de Datos en relación al control y seguimiento, la estimación de recursos y el cumplimiento de los compromisos contraídos con el cliente.

## **Estructura del trabajo**

Este trabajo de diploma consta de tres capítulos, en el primero de ellos se realiza un estudio de estado del arte sobre el tema apoyado en un acercamiento a las principales tendencias y sus planteamientos, así como una valoración de la situación de este en la universidad. El segundo capítulo describe el modelo propuesto para la Gestión de Tiempo; se explica el qué, el cómo y el cuándo y se describe detalladamente la instrumentación de los procesos que tributan a la confección del cronograma. El tercer capítulo aborda el monitoreo y control de la aplicación del modelo en un entorno productivo en nuestra universidad, así como la descripción del proceso que garantiza el control y seguimiento del cronograma y un resumen con los roles y responsabilidades de los implicados en la Gestión de Tiempo, de los artefactos y de todos los procesos, actividades y técnicas en general.

# Capítulo I: Estudio de Estado del Arte sobre Gestión de Tiempo en proyectos de software

---

En el capítulo se presenta un estudio del estado del arte de los estándares y modelos internacionales de Gestión de Tiempo, destacando las bases que se han sentado en este campo del conocimiento. En un primer momento se aborda un acercamiento a la evolución de la Gestión de Tiempo. A continuación se expone un análisis valorativo de las guías y tendencias mundiales sobre el tema, explorando de cada una de ellas los procesos, técnicas, roles y artefactos que proponen en orden de fundamentar teóricamente la presente investigación. En el capítulo, además, se efectúa una evaluación crítica de la Gestión de Tiempo en los entornos productivos de la UCI y se ponen en tela de juicio lineamientos de calidad a tener en cuenta durante la construcción de un modelo de Gestión de Tiempo.

## Evolución de la Gestión de Tiempo.

El primer enfoque de Gestión de Tiempo serio que surgió, también conocido como primera generación, se basaba en la elaboración de *tasks lists*<sup>2</sup>. Estas se constituyen básicamente de una lista de actividades o pasos a seguir para culminar con un trabajo determinado que se van tachando a medida que se terminan. Es una manera primitiva de planificar generalmente usada en el plano personal, aunque en el mundo de negocios se emplean como plantillas para las lista de chequeo individual a cumplir por un trabajador específico. Hoy día se ven versiones digitales de *tasks lists* como software complementario en sistemas operativos tanto de computadores personales como de dispositivos portátiles como las **PDA**<sup>3</sup>'s.

La segunda generación, no muy lejos de la primera, se rige por la aparición del *personal organizer*<sup>4</sup>, más conocido en el argot popular como agenda. Compuesto por un calendario, una libreta de direcciones y otras informaciones de interés como mapas y códigos telefónicos, permite llevar un registro de eventos por ocurrir con rango de precisión de más menos una hora. Esta generación introduce la planificación y la preparación para enfrentar eventos planificados, así como el establecimiento de metas.

---

<sup>2</sup> Listas de actividades.

<sup>3</sup> **PDA**, Personal Digital Assistant

<sup>4</sup> Organizador personal.

La tercera generación comprende un conjunto de procedimientos que se pueden catalogar en conjunto como proceso, ya que implica la planificación de las actividades a cumplir, su priorización, el control de estas diariamente usando cualquiera de las técnicas presentes desde anteriores generaciones. Son elementos relevantes a mencionar de este enfoque: el estar orientado a procesos empresariales, el empleo de tiempo en el esclarecimiento y prioridades, y la sugerencia del uso de herramientas informáticas de apoyo para llevar el control de las actividades planificadas para una fecha determinada.

La cuarta y última generación de procesos de Gestión de Tiempo incorpora mejoras en los procedimientos y técnicas ya conocidos, buscando ser más eficientes y proactivos en la distribución de actividades y metas o hitos, así como en el control y priorización de estas. Se aboga además por la explotación de herramientas de apoyo que permitan la integración con otros procesos de gestión y control necesarios para el buen desenvolvimiento y desarrollo de los procesos empresariales.

## **Principales exponentes de la Gestión de Tiempo**

### ***Project Management Institute (PMI®): PMBOK®.***

Project Management Institute (PMI®) es la asociación líder mundial en dirección de proyectos. Durante casi 40 años, PMI ha proporcionado a sus miembros la oportunidad de compartir teorías, mejores prácticas y experiencias relacionadas con la dirección de proyectos. El instituto fue fundado en 1969 por cinco personas con un pensamiento de avanzada, que comprendieron el valor de crear conexiones, vínculos, de compartir información del proceso y de analizar los problemas comunes que implican los proyectos. Actualmente está representado en más de 120 países, por más de 135.000 miembros en todo el mundo.

El principal objetivo de PMI es promover la práctica, la ciencia y la profesión de gerencia, dirección de proyectos en todo el mundo, de manera consciente y proactiva, a fin de que las organizaciones de todos los rincones del planeta adopten, valoren y utilicen la gerencia, la dirección de proyectos y, luego, sean le atribuyan el éxito gracias a ella. Además de brindar oportunidades de membresía, PMI administra y coordina un programa de acreditación reconocido globalmente, que promueve el desarrollo profesional y de la carrera. Si bien PMI ofrece tres certificaciones distintas, la principal es Profesional en la Gerencia Dirección de Proyectos (Project Management Professional, PMP®), que comenzó en 1984.

Como resultado de los talleres iniciados a principio de los 80 por este instituto se decide editar una publicación que recopile todo el conocimiento abordado, surge así *Project Management Body of Knowledge* (Libro de estándares para la Gestión de Proyectos) más comúnmente conocido por sus siglas PMBOK®.

PMBOK® es una colección de procesos y áreas de conocimiento generalmente aceptadas como las mejores prácticas dentro de la Gestión de Proyectos. Es un estándar reconocido internacionalmente (IEEE Std 1490-2003) que provee los fundamentos de la Gestión de Proyectos que son aplicables a un amplio rango de proyectos, entre los que se incluyen construcción, software, ingeniería, por citar ejemplos. (8)

La guía del PMBOK® reconoce la Gestión de Tiempo como una de sus nueve áreas de conocimientos y la define como la disciplina que incluye los procesos necesarios para lograr la conclusión del proyecto a tiempo. Propone además un conjunto de procesos para aplicarla satisfactoriamente:

- Definición de actividades.
- Secuenciación de actividades.
- Estimación de recursos para el completamiento de las actividades.
- Estimación de duración de las actividades.
- Desarrollo del Cronograma.
- Control del Cronograma.

Estos procesos interaccionan entre sí y también con los procesos de las demás Áreas de Conocimiento. Cada proceso puede implicar el esfuerzo de una persona o un grupo de estas, dependiendo de las necesidades del proyecto, tiene lugar por lo menos una vez y se produce en una o más fases de la Gestión de Proyectos. En algunos proyectos, especialmente aquellos con un alcance mínimo, están tan estrechamente vinculados que se pueden ver como un único proceso que puede ser llevado a cabo por una persona en un período relativamente corto de tiempo. (8)

Aunque no se presente como un proceso discreto, el trabajo involucrado en el desempeño de los procesos citados anteriormente debe estar precedido por un esfuerzo del equipo de gestión como parte de

la confección del Plan de Gestión de Proyecto para establecer una estrategia de planificación que arroje como producto el Plan de Gestión de Cronograma, la selección de una metodología de planificación, herramientas de apoyo, así como formatos y criterios para el desarrollo y control del cronograma. (8)

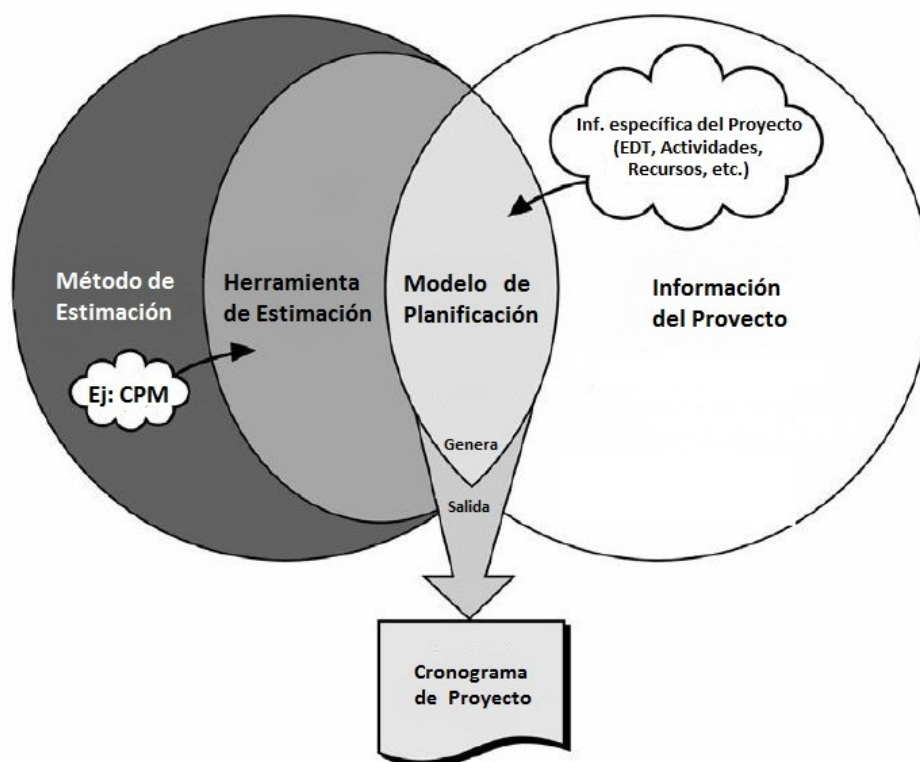


Figura 1. Visión General de la Gestión de Tiempo. Tomado de (8)

La presente edición de PMBOK® (8) incluye algunos elementos nuevos que mejoran la anterior del 2004 y la hacen ganar claridad en los procedimientos:

- La introducción del Modelo de Cronograma con la concepción de un artefacto que contiene datos y estadísticas relativas al cronograma del proyecto en cuestión, además de la habitual representación gráfica de este, que pueden ser muy útiles en la toma de decisiones.
- La utilización de metodologías de planificación desarrolladas desde el proceso organizacional de los activos sin solaparse con el desarrollo del Plan de Gestión de Proyecto.



A continuación se realiza un análisis de los procesos definidos para la implementación de la Gestión de Tiempo. Es importante recalcar que estos son llevados a cabo en dos momentos importantes: el primero cuando se desarrolla la línea base del cronograma del proyecto con todo lo que implica y el segundo en el cual el grueso del esfuerzo se concentra en controlar el desarrollo del cronograma mientras se completan las tareas.

### *Definición de actividades.*

Es el proceso de identificación de las acciones específicas a desarrollar para obtener los resultados del proyecto. Mediante este se identifican los productos entregables al nivel más bajo de la Estructura de Desglose de Trabajo (EDT), denominados paquetes de trabajo. Estos a su vez se desacoplan en pequeños componentes llamadas actividades de cronograma que proveen una base con el fin de estimar, establecer el cronograma, ejecutar, y supervisar y controlar el trabajo del proyecto.

Para que la definición de actividades se complete exitosamente son necesarios entradas, elementos portadores de valiosa información inicial, entre estas es necesario resaltar las Restricciones y Presunciones así como las Estructuras de Desglose de Trabajo, todas documentadas en el Enunciado del Alcance del Proyecto. Luego mediante un conjunto de técnicas que abarcan la descomposición, el juicio de expertos y la planificación en oleadas, que detalla sólo las actividades inmediatas dejando las otras en un nivel de hito, se reduce a los productos del proceso: la Lista de Actividades, los Atributos de las Actividades, a libre selección y generalmente representados por: duración, fecha de comienzo, responsable, otros que se actualizan mientras se establece la planificación, y la Lista de Hitos. (8)

### *Secuenciación de actividades.*

Identifica y documenta relaciones entre las actividades secuenciando estas en un orden lógico que cobra significado dentro del cronograma del proyecto. Para lograr esto es válido apoyarse en el uso de adelantos y retrasos entre dos actividades consecutivas en aras de garantizar el desarrollo posterior de una planificación del proyecto de manera real y exitosa.

Posee como principales flujos de entrada para este proceso la *Lista de Actividades*, los *Atributos de las Actividades* y la *Lista de Hitos*, generadas como salida en la definición de actividades, y el *Enunciado del*

*Alcance del Proyecto.* Actúan como sintetizadores de los productos de este proceso los métodos para crear diagramas de red de cronogramas como por ejemplo: *PERT*<sup>5</sup> y de *Camino Crítico (CPM)*<sup>6</sup>; los que, en conjunto con las plantillas de redes del cronogramas empleadas para dividir los esfuerzos en dependencia de los entregables del proyecto, plasman en un grafo representativo las dependencias lógicas entre las distintas actividades así como la posible holgura entre ellas, dando una idea más clara y precisa del trabajo a desplegar para poder completar el proyecto y las plantillas de redes del cronograma.

PMBOK® plantea como salidas de la secuenciación de actividades los diagramas de redes del cronograma, que pueden variar en dependencia de la libre elección del método para construir estos, y la actualización de los artefactos *Lista de Actividades* y *Atributos de Actividades*. (8)

### *Estimación de recursos para el completamiento de las actividades.*

La estimación de recursos es el proceso más estrechamente relacionado con el Área de Gestión de Costos. Abarca la estimación de cantidades y tipos de material, personal, equipamiento, suministros requeridos para desarrollar cada tarea del cronograma.

Es quizás el más sencillo de llevar a cabo entre los procesos que envuelve la Gestión de Tiempo y recibe como entradas principales la *Lista de Actividades*, los *Atributos de Actividades* y el *Calendario de Recursos*, en el que aparecen registradas la disponibilidad de cada uno de los recursos con que se cuentan en cada instante de tiempo. Para ello los especialistas se apoyan en técnicas como el juicio de expertos, el análisis de alternativas, los datos de estimación publicados, las herramientas informáticas de Gestión de Proyectos y en casos en los que no es posible emitir un criterio con un grado de confianza razonable se utiliza la estimación ascendente, que descompone con más detalle el trabajo necesario en la actividad del cronograma.

Finalmente, se obtienen como artefactos salientes del proceso los Requisitos de Recursos de las Actividades, una identificación y descripción de los tipos y las cantidades de recursos necesarios para cada actividad del cronograma, la Estructura de Desglose de Recursos, una estructura jerárquica de los recursos identificados por categoría y tipo de recurso pudiendo nutrirse de los inventarios de logística y las

---

<sup>5</sup> *PERT, Program Evaluation and Review Technique*

<sup>6</sup> *CPM, Critical Path Method.*

Solicitudes de Cambio dado que estos pueden tener lugar debido a la asignación de recursos. Sufren actualizaciones además otros artefactos como el Calendario de Recursos y los Atributos de las Actividades. (8)

### *Estimación de duración de las actividades*

El proceso de estimar las duraciones de las actividades del cronograma utiliza información sobre el alcance del trabajo de estas en el cronograma, los tipos de recursos necesarios, las cantidades estimadas y los calendarios de recursos con su disponibilidad. A partir del análisis de estos se determina la cantidad de períodos laborables necesarios para completar la actividad del cronograma. Como es de esperarse son entradas para este proceso todos los artefactos propuestos como salidas en los procesos anteriormente explicados:

- *Lista de Actividades*
- *Atributos de Actividades*
- *Requisitos de Recursos de las Actividades*
- *Estructura de Desglose de Recursos*
- *Calendario de Recursos*

Y toda la información disponible en el Enunciado del Alcance del Proyecto además de los Factores Ambientales de la Empresa y los Activos de los Procesos de la Organización, que siempre son requeridos pero en este caso juegan un papel fundamental.

Las técnicas propuestas para digerir estos datos y convertirlos en información útil son la estimación por analogía, que se basa en experiencias sobre cronogramas anteriormente desarrollados; la estimación paramétrica afirmada en la cantidad de trabajo a realizar y el radio de productividad; la estimación por tres valores que establece tres posibles situaciones sobre las cuales estimar: la más probable, la optimista y la pesimista, y el análisis de reserva utilizado para agregar tiempo adicional denominado reserva de contingencia. Es importante acotar que no se describen en profundidad ninguno de los métodos, lo que implica que no se puedan emplear sin un dominio previo sobre ellos.

El resultado de este proceso es un artefacto conocido como *Estimación de Duración de las Actividades* consistente en valoraciones cuantitativas de la cantidad probable de períodos laborables que serán necesarios para completar las actividades del cronograma. Se incluye además cualquier actualización que se le realice a los *Atributos de las Actividades* que generalmente tiene lugar debido a que es mucho más cómodo definir la duración de una actividad como uno de sus atributos. (8)

### *Desarrollo del cronograma*

Implica un proceso iterativo en el que se analiza la secuencia de las actividades, su duración, los recursos necesarios y las restricciones del cronograma para generar el cronograma del proyecto. Con el apoyo de herramientas de planificación (software) se determina las fechas de comienzo y fin de las actividades y los hitos del proyecto siendo requerida la revisión de las estimaciones de recursos y de duración para finalmente obtener un cronograma del proyecto aprobado que pueda servir como línea base con respecto a la cual poder medir el avance. Este varía en el tiempo a la par del plan de gestión del proyecto y del comportamiento de los riesgos.

Para el desarrollo del cronograma son necesarios como entradas todos los artefactos consultados y generados anteriormente en la gestión de tiempo y además el *Plan de Gestión del Proyecto* haciendo especial énfasis en unos de sus componentes: el *Registros de Riesgos*. En esta difícil e integradora tarea se utilizan, además de herramientas de apoyo para la planificación, múltiples técnicas de análisis de la red del cronograma y de compresión del cronograma, el nivelado de recursos para abordar situaciones en las que se dispone de recursos compartidos o críticos necesarios sólo en ciertos momentos o en cantidades limitadas, el *Análisis “¿qué pasa si...?”* para distintos escenarios y los ajustes de adelantos y retrasos.

El resultado final es la obtención de la *Línea Base del Cronograma* y el artefacto más importante de toda la disciplina de Gestión de Tiempo: *el Cronograma de Proyecto*, que incluye, por lo menos, una fecha de inicio planificada y una fecha de finalización planificada para cada actividad del cronograma y un conjunto de diagramas: de red, de barras y de hitos, que detallan gráficamente la planificación de las actividades e hitos a alcanzar para la culminación exitosa del proyecto. Se obtienen además un conjunto de información conocido como *Datos del Cronograma* que enriquecen las distintas áreas de aplicación del cronograma y se actualizan los artefactos modificados durante este proceso. (8)

### *Control del Cronograma*

Es un proceso vital que permite conocer a ciencia cierta si se está avanzando realmente de acuerdo a lo planificado en el cronograma. Implica tareas como: determinar el estado actual del cronograma del proyecto, influir sobre los factores que crean cambios en el cronograma, determinar que el cronograma del proyecto ha cambiado, gestionar los cambios reales a medida que suceden.

Se utiliza como materia prima la información contenida en el *Plan de Gestión del Proyecto*, el *Cronograma del Proyecto* y los *Informes de Rendimiento* para ajustar sobre la marcha el cronograma del proyecto a partir de los reportes de progreso, las mediciones de desempeño, análisis de la variación, el sistema de control de cambio y de las técnicas clásicas utilizadas en la confección del *Cronograma del Proyecto*. La culminación de este proceso arroja múltiples actualizaciones de la información implicada además de las *Solicitudes de Cambio* generadas y las *Acciones Correctivas Recomendadas* con el objetivo de alinear el rendimiento futuro esperado del cronograma del proyecto con la línea base del cronograma del proyecto aprobada. (8)

PMBOK<sup>®</sup>, en su rol de guía, ofrece un conjunto de estándares, principios básicos, técnicas y fundamentos necesarios para una ya probada implementación de la Gestión de Tiempo en un entorno gerencial brindando una cobertura sumamente amplia del área. Define claramente cuáles son los procesos que deben ser realizados para que cualquier acción que se ejecute durante un período del proyecto se realice debidamente, no evidenciando cómo lograrlo en todos los casos, durante la definición de las actividades se plantea que deben realizarse tomando en cuenta la experiencia acumulada sin que se proponga un algoritmo o método detallado de cómo realizarla. Es criticable además el hecho de que no provee un universo de roles para desempeñar los procesos que propone. (9)

### ***R.S. Pressman & Associates: Pressman.***

Roger S. Pressman es una autoridad internacionalmente reconocida en la mejora del proceso del Software y en las tecnologías de la Ingeniería del Software. Durante tres décadas, ha trabajado como ingeniero de Software, gestor, profesor, autor y consultor centrándose en los temas de la Ingeniería del

Software. Se ha desempeñado como especialista, gerente industrial y ha ocupado puestos de responsabilidad para programación científica y de sistemas.

Después de recibir el título de Doctor en Ciencias Físicas en Ingeniería de la Universidad de Connecticut, el Dr. Pressman se dedicó a la enseñanza donde llegó a ser Profesor Asociado (*Bullard Associate Professor*) de Informática en la Universidad de Bridgeport y Director del *Computer-Aided Design and Manufacturing Center*<sup>7</sup> en esta Universidad. Es actualmente presidente de *R. S. Pressman & Associates, Inc.*, una empresa de asesoría especializada en métodos y formación de Ingeniería del Software. Trabaja como asesor jefe, y está especializado en la asistencia a compañías para establecer unas prácticas eficientes de la Ingeniería del Software. (10)

Acerca de la Gestión de Tiempo Pressman se manifiesta:

*“La planificación temporal de un proyecto de software es una actividad que distribuye el esfuerzo estimado a lo largo de la duración prevista del proyecto, asignando el esfuerzo a las tareas específicas de la ingeniería del software. Es importante resaltar, sin embargo, que la planificación temporal evoluciona con el tiempo. Durante las primeras etapas de la planificación del proyecto, se desarrolla una planificación temporal macroscópica. Este tipo de planificación temporal identifica las principales actividades de la ingeniería del software y las funciones del producto a las que se aplican. A medida que el proyecto va progresando, cada entrada en la planificación temporal macroscópica se refina en una planificación temporal detallada. Aquí, se identifican y programan las tareas del software específicas (requeridas para realizar una actividad).”* (10)

Lo cual resume consumadamente los aspectos esenciales a tener en cuenta durante el desarrollo del área de Gestión de Tiempo como parte de la disciplina Gestión de Proyectos. Un modelo, en este contexto, que cumpla con lo aquí expresado se puede catalogar de exitoso.

En el ámbito de la Gestión de Tiempo, Pressman reconoce los siguientes principios básicos: (10) (11)

- *Compartimentación:* El proyecto debe dividirse en un número de actividades y tareas manejables

---

<sup>7</sup> *Centro de Diseño y Fabricación Asistidos por Ordenador.*

- *Interdependencia:* Algunas tareas deben llevarse a cabo en una secuencia determinada; algunas en paralelo, un grupo de estas no pueden comenzar hasta que el resultado de otras no esté disponible y otras simplemente pueden ocurrir independientemente.
- *Asignación de tiempo:* A cada tarea se le debe asignar una fecha de inicio y otra de finalización en función de las interdependencias y de la asignación a tiempo parcial o total del trabajo a realizar.
- *Validación de esfuerzo:* Garantizar la asignación del esfuerzo de un número de personas no mayor que el de la plantilla del proyecto.
- *Responsabilidades definidas:* Cada tarea que se programe debe asignarse a un miembro del equipo específico.
- *Resultados definidos:* Cada tarea programada debería tener un resultado definido.
- *Hitos definidos.* Todas las tareas o grupos de tareas deberían asociarse con un hito del proyecto. Se consigue un hito cuando se ha revisado la calidad de uno o más productos y se han aceptado.

Estos principios se manifiestan en un conjunto de procedimientos a seguir para completar la Planificación y Gestión de Tiempo de un proyecto.

### **Definición y selección de tareas de ingeniería del software**

Se plantea que un conjunto de tareas es una colección de tareas de la ingeniería del software, hitos y entregas que deben realizarse para completar un proyecto particular. El conjunto de tareas a elegir debe proporcionar suficiente disciplina para alcanzar una alta calidad para el software.

Los conjuntos de tareas se diseñan para acomodar diferentes tipos de proyectos y diferentes grados de rigor. Aunque es difícil desarrollar una completa taxonomía sobre los tipos de proyectos de software, la mayoría de las organizaciones de software identifican las siguientes categorías: (10)

- i. *Proyectos de desarrollo del concepto* que se inician para explorar algún nuevo concepto de negocios o aplicación de alguna nueva tecnología.
- ii. *Proyectos de desarrollo de una nueva aplicación* que se aceptan como consecuencia del encargo de un cliente específico.

- iii. *Proyectos de mejoras de aplicaciones* que ocurren cuando un software existente sufre grandes modificaciones de su funcionamiento, rendimiento o interfaces que son observables por el usuario final.
- iv. *Proyectos de mantenimiento de aplicaciones* que corrigen, adaptan o amplían un software existente en métodos que pueden no ser obvios de forma inmediata para el usuario final.
- v. *Proyectos de reingeniería* que se lleva a cabo con la intención de reconstruir un sistema existente (heredado) en su totalidad o en parte.

Incluso dentro de un tipo de proyecto simple, hay muchos factores que influyen en el conjunto de tareas a elegir. Cuando se toman en combinación, estos factores proporcionan una indicación del grado de rigor con el que debería aplicarse el proceso del software: (10) (12)

- **Casual.** Se aplican todas las actividades estructurales del proceso, pero sólo se requiere un conjunto de tareas mínimo. En general, las tareas protectoras se minimizarán y se reducirán los requisitos de documentación. Son aplicables todavía todos los principios básicos de la ingeniería del software.
- **Estructurado.** Se aplican la estructura del proceso a este proyecto. Se aplican las actividades estructurales y las tareas relativas apropiadas para el tipo de proyecto, así como las actividades protectoras necesarias para garantizar una alta calidad. Se llevan a cabo el aseguramiento de la calidad (SQA<sup>8</sup>), documentación y tareas de medición de manera fluida.
- **Estricto.** Se aplica el proceso completo para este proyecto con un grado de disciplina tal que garantice una alta calidad. Se aplican todas las actividades protectoras y se produce una robusta documentación.
- **Reacción rápida.** Se aplica la estructura del proceso a este proyecto, pero en una situación de emergencias sólo se aplican aquellas tareas esenciales para mantener una alta calidad. Se realiza un *back-filling* (es decir, se desarrolla completamente la documentación y se realizan revisiones adicionales) después de entregar la aplicación/producto al cliente.

---

<sup>8</sup> SQA, *Software Quality Assurance*.



Se debe desarrollar un enfoque sistemático para seleccionar el grado de rigor apropiado para cada proyecto. Para conseguirlo, se definen unos criterios de adaptación del proyecto y se calcula un valor selector del conjunto de tareas. Se emplean para determinar el grado de rigor recomendado con el que el proceso del software debería aplicarse en un proyecto. Se definen once criterios de adaptación para proyectos de software: (10) (13)

- Tamaño del proyecto.
- Número potencial de usuarios.
- Importancia de la misión.
- Antigüedad de la aplicación.
- Estabilidad de los requisitos.
- Facilidad de comunicación cliente/desarrollador.
- Madurez de la tecnología aplicable.
- Limitaciones de rendimiento.
- Características empotradas/no empotradas.
- Personal del proyecto.
- Factores de reingeniería.

A partir de la revisión de cada uno de los criterios de adaptación, basándose en las características del proyecto se calcula el selector de conjuntos de tareas cuyo valor determina el grado de rigor a emplear. Dependiendo de este y del tipo de proyecto son seleccionadas finalmente las tareas de la ingeniería del software distribuidas a lo largo del desarrollo del proyecto, hallándose las siguientes entre las comúnmente enfocadas cuando se pretende explotar el potencial de alguna nueva tecnología (concepto): (10)

- *Ámbito del concepto*: Determina el ámbito general del proyecto.

- *Planificación preliminar del concepto:* Establece la capacidad de la organización para llevar a cabo el trabajo implicado por el ámbito del proyecto.
- *Valoración del riesgo tecnológica:* Evalúa el riesgo asociado con la tecnología a implementar como parte del proyecto.
- *Prueba de concepto:* Demuestra la viabilidad de una nueva tecnología en el contexto del software.
- *Implementación del concepto:* Implementa la representación del concepto de manera que pueda revisarlo un cliente y se emplea para propósitos de *marketing* cuando hay que vender un concepto a otros clientes o departamentos de gestión.
- *Reacción del cliente ante el concepto:* Solicita la opinión del cliente sobre un nuevo concepto de tecnología y va encaminada a aplicaciones específicas del cliente.

Estas tareas suelen emplearse generalmente para definir una planificación temporal macroscópica para el proyecto, sin embargo esta debe refinarse para crear una planificación temporal detallada del proyecto. Esto se logra descomponiendo cada tarea principal en un conjunto de sub-tareas con productos de trabajo e hitos relacionados. (11) (10)

### **Planificación Temporal**

La técnica de evaluación y revisión de programa (**PERT**<sup>9</sup>) y el método del camino crítico (CPM<sup>10</sup>) son dos métodos de la planificación temporal de un proyecto que pueden aplicarse al desarrollo de software. Las interdependencias entre las tareas deben definirse empleando una red de tareas. (11) (12)

Tanto PERT como CPM proporcionan herramientas cuantitativas que permiten al planificador del software:

- Determinar el camino crítico, la cadena de tareas que determina la duración del proyecto.
- Establecer las dimensiones de tiempo más probable para las tareas individuales aplicando modelos estadísticos.
- Calcular las limitaciones de tiempo que definen una ventana de tiempo de una tarea determinada.

---

<sup>9</sup> **PERT**, Program Evaluation and Review Technique

<sup>10</sup> **CPM**, Critical Path Method

### Seguimiento de la planificación temporal

La planificación temporal proporciona un guía para comprobar el desarrollo del proyecto a medida si se ha desarrollado apropiadamente, define las tareas e hitos que deben seguirse y controlarse a medida que progresa el proyecto. El seguimiento se puede hacer de diferentes maneras:

- Realizando reuniones periódicas del estado del proyecto en las que todos los miembros del equipo informan del progreso y de los problemas.
- Evaluando los resultados de todas las revisiones realizadas a lo largo del proceso de ingeniería del software.
- Determinando si se han conseguido los hitos formales del proyecto .en la fecha programada.
- Comparando la fecha real de inicio con las previstas para cada tarea del proyecto listada en la tabla del proyecto.
- Reuniéndose informalmente con los profesionales del software para obtener sus valoraciones subjetivas del progreso hasta la fecha y los problemas que se avecinan.
- Utilizando el análisis del valor ganado para evaluar el progreso cuantitativamente.

Cuando se enfrentan a la presión de una fecha de entrega muy ajustada, se utiliza a veces una planificación temporal de proyecto y una técnica de control denominada *time-boxing*<sup>11</sup>. Esta estrategia reconoce que quizás no se pueda entregar el producto completo para la fecha límite predefinido. Por tanto, se elige un paradigma incremental del software y se crea una planificación temporal para cada entrega de un incremento. Las tareas asociadas con cada incremento se encajonan en el tiempo. Esto significa que la planificación temporal para cada tarea se ajusta trabajando hacia atrás desde la fecha de entrega para cada incremento. Se pone una caja alrededor de cada tarea. Cuando una tarea alcanza el límite de su caja de tiempo (más o menos un 10 %), se termina el trabajo y se empieza la siguiente tarea. El 10 % restante, aunque importante, puede retrasarse hasta el siguiente incremento, o completarse más tarde si es necesario. En vez de estar estancado en una tarea, el proyecto progresa hacia la fecha de entrega. (10)

---

<sup>11</sup> tiempo encapsulado

### Análisis del valor ganado

El valor ganado es una medida del progreso. Permite evaluar el porcentaje de realización de un proyecto utilizando el análisis cuantitativo más que la opinión particular que de ello se tenga.

Para determinar el valor ganado se desarrollan los siguientes pasos:

- i. El *coste presupuestado del trabajo planificado (CPTP)* se determina para cada tarea de trabajo que se representa en el plan. Durante la actividad de estimación, el trabajo (en personas-hora, personas-día) de cada tarea de ingeniería del software es convenientemente planificada. (10)
- ii. Los valores **CPTP** para todas las tareas del trabajo se suman para obtener *el presupuesto a la terminación* que se denomina **PAT**. Por consiguiente:

$$PAT = \sum (CPTP_k) \text{ para todas las tareas } k. (10)$$

- iii. A continuación, se calcula el valor para *el coste presupuestado del trabajo desarrollado (CPTD)*. El valor para **CPTD** es la suma de los valores **CPTP** para todas las tareas de trabajo que hayan sido realmente terminadas en un punto determinado de la planificación del proyecto. (10)

La distinción entre el **CPTP** y el **CPTD** es que el primero representa el presupuesto de las actividades que estaban planificadas para ser completadas, y el último representa el presupuesto de las actividades que realmente estaban acabadas. (10)

Dados los valores para **CPTP**, **PAT**, **CPTD**, pueden ser calculados los siguientes indicadores de progreso:

$$\text{Índice de desarrollo de planificación, IDP} = CPTD/CPTP (10)$$

$$\text{Varianza de la planificación, VP} = CPTD - CPTP (10)$$

**IDP** es una indicación de la eficiencia con que el proyecto está utilizando los recursos de la planificación. Un valor **IDP** cercano a 1.0 indica una ejecución eficiente de la planificación del proyecto. **VP** es simplemente una indicación absoluta de la varianza de la planificación prevista.

$$\text{Porcentaje planificado para terminar} = CPTD/PAT (10)$$

Proporciona una indicación del porcentaje de trabajo que debería estar terminado en el instante  $t$ .

$$\text{Porcentaje completado} = \text{CPTP/PAT} \quad (10)$$

Proporciona una indicación cuantitativa del grado de avance en la realización en tanto por ciento del proyecto en un instante determinado de tiempo  $t$ .

El *coste real de trabajo realizado* (**CRTR**) se calcula sumando el esfuerzo realmente desarrollado en tareas de trabajo que hayan sido realizadas en un instante de tiempo de la planificación del proyecto. Es entonces posible calcular:

$$\text{Índice de desarrollo del coste, IDC} = \text{CPTP/CRTR} \quad (10)$$

$$\text{Varianza del coste, VC} = \text{CPTP} - \text{CRTR} \quad (10)$$

Un valor de **IDC** cercano a  $1.0$  proporciona una indicación evidente de que el proyecto está dentro del presupuesto que para él se ha definido. **VC** es una indicación absoluta de los ahorros en coste (en relación con los costes planificados) o de las carencias en una etapa particular del proyecto. (10) (11)

El análisis del valor ganado aclara las dificultades de planificación antes de que ellas puedan aparecer. Esto permite tomar las acciones correctivas adecuadas antes de que la crisis del proyecto estalle. (10) (11)

Pressman propone una Gestión de Tiempo bastante exhaustiva que en el proceso de enunciación de actividades se plantea un tanto abrumadora producto a que utiliza un conjunto de técnicas muy teóricas que vagamente explotan los beneficios del enfoque práctico del trabajo necesario que brinda la (EDT) definida en el Enunciado de Alcance del Proyecto. No se percibe una suficiente atención a la relación *recursos asignados – tarea* desde el punto de vista que no se manipulan estos con la cobertura y constante control que brinda una gestión de los recursos asignados a las tareas.

Es impresionante, eso sí, el profundo y absoluto control del valor ganado y el conjunto de estadísticas asociadas que se generan a medida que se avanza en el desarrollo del proyecto. La amplia y detallada visión de desempeño que brinda es colosalmente útil para la retroalimentación y el constante control del cumplimiento del cronograma del proyecto.

### ***Microsoft Corporation: Microsoft Solutions Framework (MSF)***

*Microsoft Corporation*, fundada en 1975, es una corporación multinacional productora de software reconocida en el mercado mundial de la rama. A principios de la actual década comienza a promover “*Microsoft Solutions Framework (MSF)*”, un conjunto de guías, prácticas, procedimientos y herramientas para el desarrollo de aplicaciones, que incluye una disciplina para la Gestión de Proyectos: *Microsoft Solutions Framework – Project Management Discipline*, la cual a su vez garantiza entre sus áreas de conocimientos un específicamente para la Gestión de Tiempo: *Schedule Management*.

Los equipos de proyecto sienten una presión constante para reducir al mínimo el tiempo y el gasto de la planificación. En aras de aprovechar los beneficios de una buena planificación y para minimizar al mismo tiempo la sobrecarga de esta se opta por la recogida y reutilización de los documentos del plan del proyecto.

Organizaciones que se percatan del valor como propiedad intelectual que poseen el Plan de Proyecto y sus documentos asociados invierten en la organización y el mantenimiento de repositorios para su archivo a los que se pueda acceder fácilmente. Antes de crear un nuevo plan, los equipos siempre deben buscar los que ya se han hecho. Una vez que el proyecto está completo, los documentos de proyectos deben ser archivados en un lugar accesible para futuros equipos. (14)

En MSF, el plan de proyecto se refiere a un conjunto de documentos que describen *cómo* van a ser completados los resultados del proyecto. Las especificaciones funcionales describen lo *qué* será construido. El plan maestro del proyecto es un paquete integrado de los planes del equipo por cada rol y cada rol del equipo tiene planes que describen la manera en que sus resultados se alcanzan.

#### **Estimación**

MSF propone un proceso de estimación escalonada basado en el desarrollo e integración de estimaciones que involucra múltiples miembros de los distintos equipos para lograr una predicción del tiempo y costo necesario para completar los entregables bajo su responsabilidad.

La estimación de software es un proceso de perfeccionamiento gradual. La Figura 2 ilustra el llamado *cono de incertidumbre* (estimación de convergencia) de la estimación de software. En los primeros

momentos, el rango de variación en las estimaciones de costo real es muy amplio pero ese dominio se estrecha a medida que el proyecto avanza.

Entre las técnicas empleadas para estimar con ciertos niveles de precisión MSF hace cierto énfasis en la revisión de datos y estadísticas actuales de proyectos anteriores como uno de los mejores puntos de referencia y recomienda además como una práctica de mayor precisión la generación de tres puntos de estimación por cada bajo nivel de actividad. Los tres puntos de estimación se basan en los siguientes escenarios: el optimista, el pesimista y el de más probable ocurrencia fundamentados en probables y razonables riesgos.

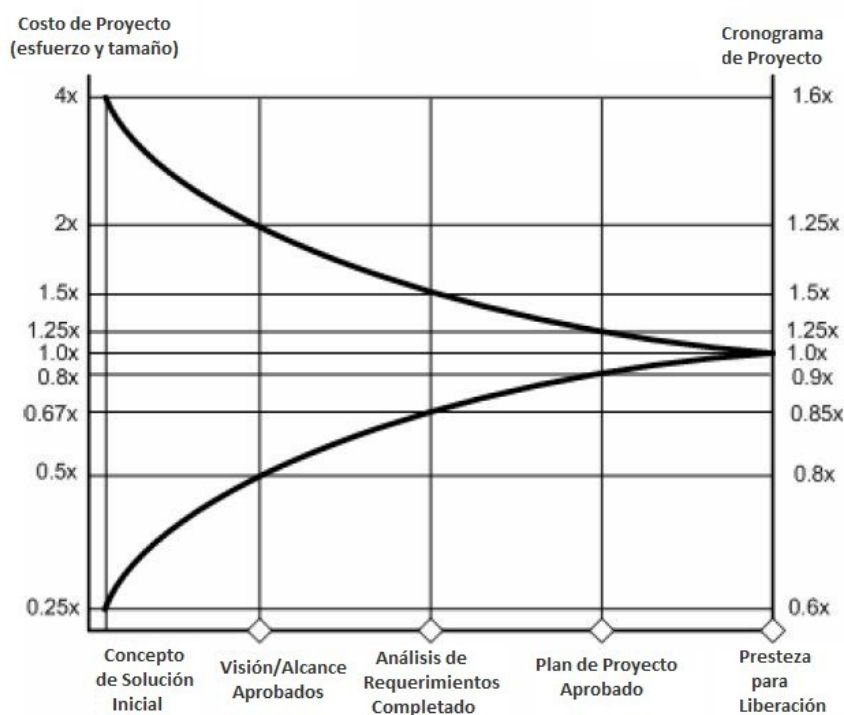


Figura 2. Cono de incertidumbre de la estimación de software. Tomado de (10).

Como movimiento final de la estimación una vez que se obtienen los valores definitivos de tiempo para esta se ajustan con la técnica PERT para el diagramado de la red de actividades.

Como procesos en la Gestión de Tiempo MSF propone los siguientes a partir del desglose de tareas:

- *Secuenciación de tareas:* Una vez que las tareas y actividades del proyecto se han documentado en la WBS y estimado, las dependencias entre ellas se identifican en el menor nivel de tareas.
- *Encapsulado de tiempo:* Uso interno de los plazos de tiempo correctamente estimados para mantener la presión sobre el equipo del proyecto para dar prioridad a las características y las actividades.
- *Planificación basada en riesgos:* El riesgo de alta prioridad las características o componentes deben ser programados en una fase temprana del proyecto. Esto maximiza el tiempo disponible para responder a los problemas.
- *Gestión de horizontes de tiempo:* Determina la necesidad de amortiguación (adicional) de tiempo y para permitir horarios proyecto el equipo para dar cabida a problemas inesperados y cambios y en qué medida esta debe aplicarse. La cantidad de tiempo para aplicar tampón depende de la cantidad de riesgo.

MSF propone una Gestión de Tiempo demasiado flexible y dispersa desde el punto de vista de que la planificación y la estimación se orientan demasiado a nivel de equipos de trabajo. Se plantean además las áreas gestión de alcance y de tiempo ligeramente solapadas dificultando una visión clara de hasta dónde llega cada una en los procesos presentes. Además de esto no se realiza una gestión eficiente y detallada de los recursos necesarios para el completamiento de tareas y entregables, así como tampoco se realiza mucho énfasis en el control del cumplimiento del cronograma, tarea sumamente importante que permite realizar correcciones en tiempo real en caso de existir desviaciones. Cabe resaltar a su favor la cómoda descripción de los métodos y técnicas empleadas.

## **Modelo de calidad para la Gestión de Tiempo**

### ***Software Engineering Institute (SEI): CMMI***

En el mercado actual existen modelos de madurez, estándares, metodologías y guías que contribuyen a mejorar el desempeño de una empresa en su área de negocio. Sin embargo la mayoría de los enfoques



de perfeccionamiento disponibles se centran en un área determinada del negocio y no realizan un acercamiento sistemático a la mayoría de las dificultades sufridas por las organizaciones.

*Capability Maturity Model*® *Integration*<sup>12</sup>(*CMMI*®) proporciona una oportunidad para evitar o eliminar estas dificultades integrado a través de modelos que trascienden las disciplinas. CMMI promueve las mejores prácticas para abordar el desarrollo y las actividades de mantenimiento aplicados a los productos y servicios. Se dirige a cubrir las prácticas que ciclo de vida del producto desde la concepción a través de la entrega y mantenimiento.

El *Software Engineering Institute (SEI)* creó el primer *Capability Maturity Model*<sup>13</sup>(*CMM*) diseñado para organizaciones de software y publicado en un libro, *Capability Maturity Model: Guidelines for Improving the Software Process*. Desde entonces ha adoptado la siguiente premisa del proceso de gestión: “la calidad de un sistema o producto es altamente influenciado por la calidad del proceso utilizado para desarrollar y mantener”, y define CMMs que la encarnan (15), como por ejemplo:

- *SW-CMM(Capability Maturity Model For Software)*: Modelo de Madurez de Capacidad para Software.
- *P-CMM(People Capability Maturity Model)*: Modelo de Madurez de Capacidad de Personas.
- *SA-CMM(Software Acquisition Capability Maturity Model)*: Modelo de Madurez de Capacidad para Adquisiciones de Software.
- *SE-CMM(Systems Engineering Capability Maturity Model)*: Modelo de Madurez de Capacidad de Ingeniería de Sistemas.
- *IPD-CMM(Integrated Product Development Capability Maturity Model)*: Modelo de Madurez de Capacidad de Desarrollo Integrado de Producto.

CMMI comprende un conjunto de objetivos y prácticas genéricas asociadas a los niveles de madurez que promueve este modelo. Estos están divididos en áreas de procesos y cada una de ellas en contiene objetivos y prácticas específicas. Resultan de interés para la Gestión de Tiempo dos áreas de procesos en

---

<sup>12</sup> *Integración de Modelos de Madurez de Capacidad*

<sup>13</sup> *Modelo de Madurez de Capacidad*

particular: *Planificación de Proyecto y Monitoreo y Control del Proyecto*, que se corresponden con el segundo nivel de madurez, el cual responde al segundo objetivo genérico de disfrutar de un proceso administrado.

### *Planificación de Proyecto*

La presente área de proceso persigue el logro de las siguientes metas:

- Desarrollo el plan de proyecto.
- Interacción apropiada con las partes interesadas.
- Compromiso con el plan de desarrollo
- Mantenimiento del plan de desarrollo

Para ello se definen como objetivos específicos a alcanzar los siguientes:

**Establecer estimaciones:** Se establecen y mantienen las estimaciones de los parámetros del proyecto a partir de:

- Estimar alcance.
- Estimar productos y atributos de actividades.
- Definir ciclo de vida.
- Estimar esfuerzo y costo.

**Desarrollar un plan de proyecto:** Se establece y mantiene un plan de proyecto que será la base para administrar el proyecto viéndose implicadas las siguientes prácticas:

- Establecer presupuesto y cronograma.
- Identificar riesgos.
- Realizar Plan de Gestión de Datos.

- Realizar Plan de Recursos del Proyecto.
- Realizar Plan de Conocimientos y Habilidades Requeridas.
- Realizar Plan de Compromisos con los implicados.
- Realizar el Plan de Proyecto.

**Obtener el compromiso con el Plan del Proyecto:** Se establecen y mantienen compromisos con el Plan de Proyecto. Incluye:

- Revisar planes que afectan al proyecto.
- Conciliar niveles de recursos y trabajo.
- Obtener compromiso con el Plan de Proyecto.

### *Monitoreo y Control del Proyecto*

El propósito de esta área de proceso es proveer una comprensión del avance del progreso del proyecto de manera que se puedan aplicar medidas correctivas cuando el desempeño del proyecto se desvíe demasiado de lo establecido en el Plan de Proyecto. Como objetivos específicos a alcanzar surgen:

**Dar seguimiento al Proyecto conforme al Plan:** Los resultados actuales y el progreso del proyecto se supervisan respecto al plan y se tienen en cuenta las siguientes prácticas además:

- Monitorear parámetros de planificación.
- Monitorear compromisos.
- Monitorear riesgos.
- Monitorear Gestión de Datos
- Monitorear Compromisos con implicados.
- Conducir Revisiones Periódicas.

- Conducir Revisiones de Hitos.

**Administrar acciones correctivas hasta su cierre:** Las acciones correctivas se gestionan hasta su cierre de ser necesario, si los resultados del proyecto se desvían significativamente con respecto al plan. Son aplicables como prácticas para lograr este objetivo:

- Analizar problemas.
- Ejecutar acciones correctivas.
- Gestionar acciones correctivas.

Finalizando este epígrafe, se concluye que CMMI proporciona, como parte de los mecanismos de evaluación para la obtención de la norma de segundo nivel correspondiente a procesos administrados, un conjunto de normas perfectamente aplicables a los entornos productivos de la universidad y del CENTALAD que permiten evaluar firmemente cuán correctamente implementados se encuentran los procesos de Gestión de Tiempo. Es ciertamente substancial tener en cuenta los criterios planteados anteriormente.

### ***International Project Management Association (IPMA): IPMA Competence Baseline (ICB)***

La Asociación Internacional de Gestión de Proyecto (IPMA<sup>14</sup>) es la organización mundial líder en la Gestión de Proyectos. Representa numerosas asociaciones en el plano internacional. Promueve activamente las temáticas relacionadas a esto en las empresas y organizaciones del mundo. Tiene como objetivos principales la certificación de gerentes y líderes de proyectos, el premio de equipos e investigadores exitosos y la publicación especializada relacionada con estos temas, según promueve la institución. (16)

La certificación está basada en 4 niveles de competencia:

- A. Director de proyecto
- B. Gerente de proyecto Sénior

---

<sup>14</sup> **IPMA**, *International Project Management Association*

C. Gerente de proyecto

D. Gerente de proyecto asociado

Dichos niveles constituyen los estándares con que los resultados de la Gestión de Proyectos se pueden medir. El modelo de IPMA se construye sobre la metodología propuesta por PMI. Las capacidades en cada nivel se definen y calculan como se especifica a continuación, adaptada de lo propuesto: (17)

$$\text{Competencia} = \text{Conocimiento Aplicado} + \text{Experiencia Relevante}(\text{Habilidad}) \\ + \text{Comportamiento Profesional}(\text{Actitud})$$

Estos estándares definen la Línea Base de Competencia de IPMA (ICB<sup>15</sup>), metodología compuesta por 46 elementos de competencia divididos en 3 capacidades respecto al: contexto de desarrollo del proyecto, comportamiento dentro del equipo y habilidades técnicas (18). Dentro de las capacidades técnicas está incluido el elemento de competencia *Tiempo y fases del proyecto* en el cual IPMA asienta su criterio en estos aspectos.

### *Tiempo y fases del proyecto*

La gestión de tiempo cubre la estructuración, secuenciado, duración, estimación y programación de las actividades o paquetes de trabajo, incluyendo la asignación de recursos, el establecimiento de los límites del proyecto y el monitoreo y control de la correcta ejecución de estas; aspectos que deben especificarse en un diagrama de camino crítico. (18)

Los modelos de ciclos de vida de proyectos, sus horizontes de tiempo y fases son específicos para distintas industrias y negocios. (18) Por ejemplo los modelos usados en proyectos de construcción difieren de los empleados en labores de manufacturación o logística.

A pesar de la heterogeneidad en los modelos existentes el objetivo de la Gestión de Tiempo es determinar qué actividades son necesarias ejecutar y cuándo, y colocar dichas actividades secuenciadas lógicamente en una línea de tiempo. La planificación incluye las interfaces entre los subproyectos y entre los paquetes de trabajo, así como la duración y el calendario de las actividades. (18). Todo esto depende en gran

---

<sup>15</sup> ICB ,IPMA Competence Baseline

medida de la prioridad establecida para cada una de las actividades, la disponibilidad de los recursos, las habilidades requeridas, a veces incluso de factores sociales-culturales o geográfico-naturales, los cuales se toman en cuenta con el resto de las incertidumbres para establecer los tiempos de respaldo para cada una de las actividades.

Posibles pasos o procesos propuestos para la Gestión de Tiempo (18):

- Definir y secuenciar actividades o paquetes de trabajo
- Estimación de duración
- Planificar el cronograma del proyecto o fase
- Asignar y balancear recursos.
- Monitorear desempeño actual contra el pronosticado y actualizar los pronósticos de ser necesario.
- Controlar la planificación de los tiempos con respecto a las modificaciones.
- Documentar la experiencia adquirida para ser aplicada en proyectos futuros.

Requerimientos en la Gestión de Tiempo para los niveles de competencia (18):

- A. Haber dirigido satisfactoriamente la gestión de fases de proyecto y su planificación de tiempo para importantes proyectos o portafolios de organizaciones o núcleos organizacionales.
- B. Haber gestionado exitosamente las fases de proyecto y las situaciones de planificación de un proyecto complejo.
- C. Haber gestionado exitosamente las fases de proyecto y las situaciones de planificación de un proyecto de mediana complejidad.
- D. Poseer el conocimiento requerido concerniente a la gestión de fases de un proyecto y planificación de tiempo, así como la capacidad para aplicarlo.

En resumen, IPMA – ICB propone un conjunto de criterios abarcadores y flexibles a distintos ambientes de producción que se deben tener en cuenta en la evaluación a directivos de un proyecto para la adquisición

de los niveles de competencia promovidos (18). Las certificaciones otorgadas por dicho instituto, aunque aplicables a proyectos de distintas esferas y áreas de desarrollo, son altamente avaladas por normas y estándares internacionales para su utilización en la producción de software. Contribuye con la calidad del acabado de la presente propuesta, tener en cuenta las prácticas promovidas durante la construcción del presente modelo de Gestión de Tiempo.

### **Gestión de Tiempo en la Universidad de las Ciencias Informáticas.**

El problema planteado se encuentra localizado en el CENTALAD, que es un centro de desarrollo amparado por las normas y estándares, incluyendo el modelo de producción, de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), siendo esta un centro de estudios superiores vinculado activamente a la producción de software.

En aras de mantener una posición vanguardista actual en la industria cubana del software y por las condiciones que posee, la UCI explota un modelo de producción con una alta componente de estudiantes en formación de pregrado como principal fuerza productiva guiados por profesionales en su mayoría de probada calidad pero con poca experiencia distribuidos en varios entornos productivos. La universidad cuenta con poco tiempo de fundada y aunque ya produce ganancias tangibles transita aún por una etapa organizativa en la que se están definiendo, probando y afinando de manera retroactiva muchos de los procesos, procedimientos y protocolos de manera que se logre calibrar finalmente un modelo un producción que se ajuste a sus características peculiares y a las necesidades existentes.

En consecuencia en la UCI no se cuenta aún con una guía definitiva y completa para asistir la aplicación de un proceso de desarrollo durante la construcción de una solución informática, lo que provoca que en cada uno de los entornos productivos se lleven a cabo procesos de manera heterogénea basados en diferentes tendencias y enfoques, causando diferencias notables en la calidad del desempeño de estos cuando se desplazan de un entorno a otro. La Gestión de Tiempo, como una de las áreas de la disciplina de Gestión de Proyecto del proceso de desarrollo, no está ajena a esta situación.

El tratamiento que se le da a esta rama en la universidad es bastante deficiente debido a que no están definidos los procesos que hay que tener en cuenta para garantizarla con niveles aceptables de

satisfacción para las peculiaridades del centro, ni mucho menos como realizar estos. En el expediente oficial para los proyectos emitido por la dirección de calidad de la universidad (19) se define qué entregables o artefactos deben realizarse como parte de la aplicación de un proceso de Gestión de Tiempo, pero no se concreta que información va a estar contenida en cada uno ni cómo organizarla lógicamente. Como se puede apreciar en la Figura 3 el único artefacto definido en el expediente oficial para los proyectos productivos es el Plan de Desarrollo, el cual referencia y exige la presencia de otros artefactos relacionados con la planificación y el control del avance en el proyecto pero no define una plantilla para su captación ni qué información va a ser incluida en cada uno.

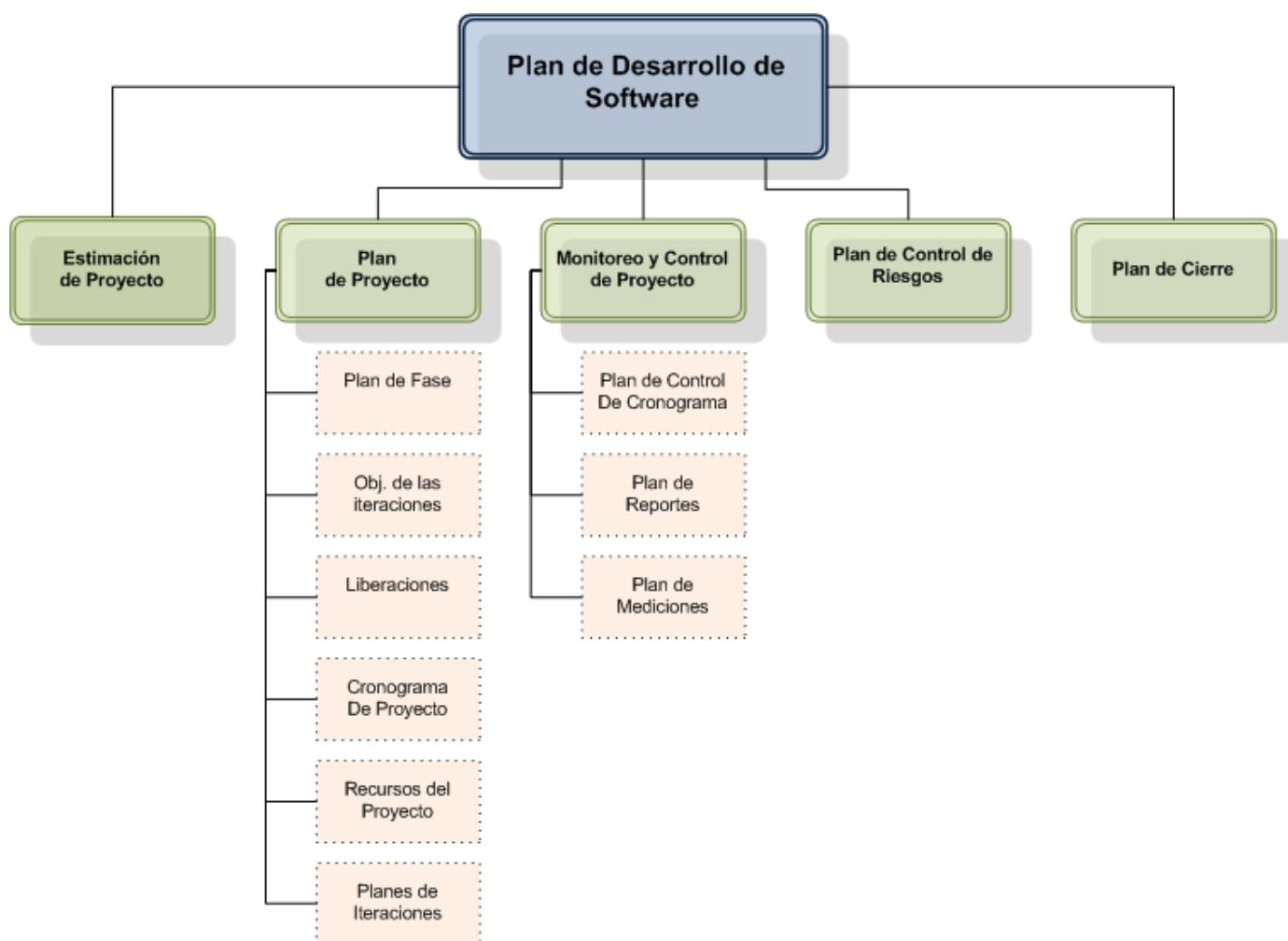


Figura 3. Artefactos para Gestión de Tiempo propuestos en el expediente oficial de proyectos.



Todo lo anteriormente planteado acarrea que en la mayoría de los casos el rol de planificador esté obsoleto en el proyecto al no tener los medios ni la preparación necesaria para realizar una correcta planificación, según encuestas y entrevistas realizadas en el curso 2007 - 2008 a 50 individuos entre líderes de proyectos productivos, directivos y personal de las 10 facultades capacitados en el tema de la Gestión de Proyectos. (20). Esta mala práctica fomenta un incremento en las probabilidades de desviación del proyecto de la planificación inicial, un mal control del avance de este provocando la aplicación de medidas correctivas que pueden llegar a ser extremas si es demasiado tarde y en caso contrario genera tensiones y presión con las estrechas fechas de entrega, una mala asignación de recursos a explotar con cierto nivel de racionalización, así como retrasos y pérdidas por incumplimientos con los clientes o involucrados.

Entre los días 27 de octubre de 2007 y 7 de noviembre de 2007 el Centro de Excelencia en la Industria del Software (SIE Center<sup>16</sup>) del tecnológico de Monterrey realizó una evaluación inicial de CMMI a la universidad. El SIE Center es un centro de investigación mexicano perteneciente a la red de entidades amigas del SEI en la promoción de los modelos de madurez de calidad. Su misión es contribuir al desarrollo de la industria, incrementando su competitividad a través de la difusión, la mejora continua y el conocimiento en tecnologías de información.

La evaluación fue realizada para el nivel 2 de madurez correspondiente a procesos administrados buscando validar los resultados del análisis de fortalezas y las oportunidades de mejora de los procesos revisados. Aunque se abarcaron todas las áreas de procesos correspondientes, en este contexto solamente se hará referencia a las relacionadas con la Gestión de Tiempo que serían: *Planificación del Proyecto y Monitoreo y Control del Proyecto*.

En el área de *Planificación de Proyecto* fueron identificadas ciertas fortalezas que demuestran que a pesar de la inexperiencia no se han entregado en balde muchos productos en tiempo y forma de manera exitosa:

- Se definen macro actividades que se fraccionan posteriormente en actividades detalladas.
- Se utilizan herramientas como *Project*, *Trac* y *dotProject*.

---

<sup>16</sup> **SIE Center**, *Software Industry Excellence Center*

- Se definen los responsables de cada una de las actividades y las dependencias entre ellas.
- Se identifican riesgos y se definen planes de contingencia y de contención para estos.
- Algunos proyectos realizan un balance de recursos humanos en función de las líneas de producción.
- Se Solicitan de recursos a la dependencia adecuada.
- En algunos proyectos la revisión y establecimiento de compromisos con los planes se hace en reuniones con los involucrados y se documenta en un acta o en una minuta.

Pese a esto se detectaron las siguientes debilidades en el proceso:

- No se establecen los costos de las actividades.
- El tiempo es el único atributo estimable de los productos de trabajo.
- No hay método de estimación objetivos documentados, se estima empíricamente.
- No se encontró evidencia documental para todos los proyectos aún existiendo las planillas.
- Los riesgos se identifican por intuición. No existe un análisis básico ni revisiones de estos.
- No todos los proyectos siguen un Plan de Gestión de Datos aún estando definido en el expediente de proyecto su captación.
- No todos los proyectos generan evidencia de revisión de planes.
- No hay conciliación de recursos.

Como es apreciable en la síntesis presentada en la Figura 4, en el área de *Planificación de Proyecto* las prácticas específicas no se encuentran implementadas completamente (sólo un 8 % de ellos), de hecho existe un predominio de estos que están parcialmente implementados (42%), y existe una minoría (17%) que no se ha implementado. Los objetivos específicos (*consultar objetivos específicos del área de procesos: Planificación de Proyecto*) tienen bastante trabajo por realizar con excepción del segundo (SG2:

Desarrollar un plan de proyecto) en el cual la mayoría de los elementos no se consideran y se tiene mucho más por mejorar.

En el área de Monitoreo y Control del Proyecto se encontraron las siguientes fortalezas una vez concluida la evaluación:

- En los proyectos externos se monitorea: avance, esfuerzo, compromisos, problemas, costos y avances con los clientes y en los internos generalmente solo avances, compromisos y dificultades.
- Revisiones periódicas por parte de los vicedecanos de producción a los líderes de proyectos y de estos a los equipos de desarrollo.

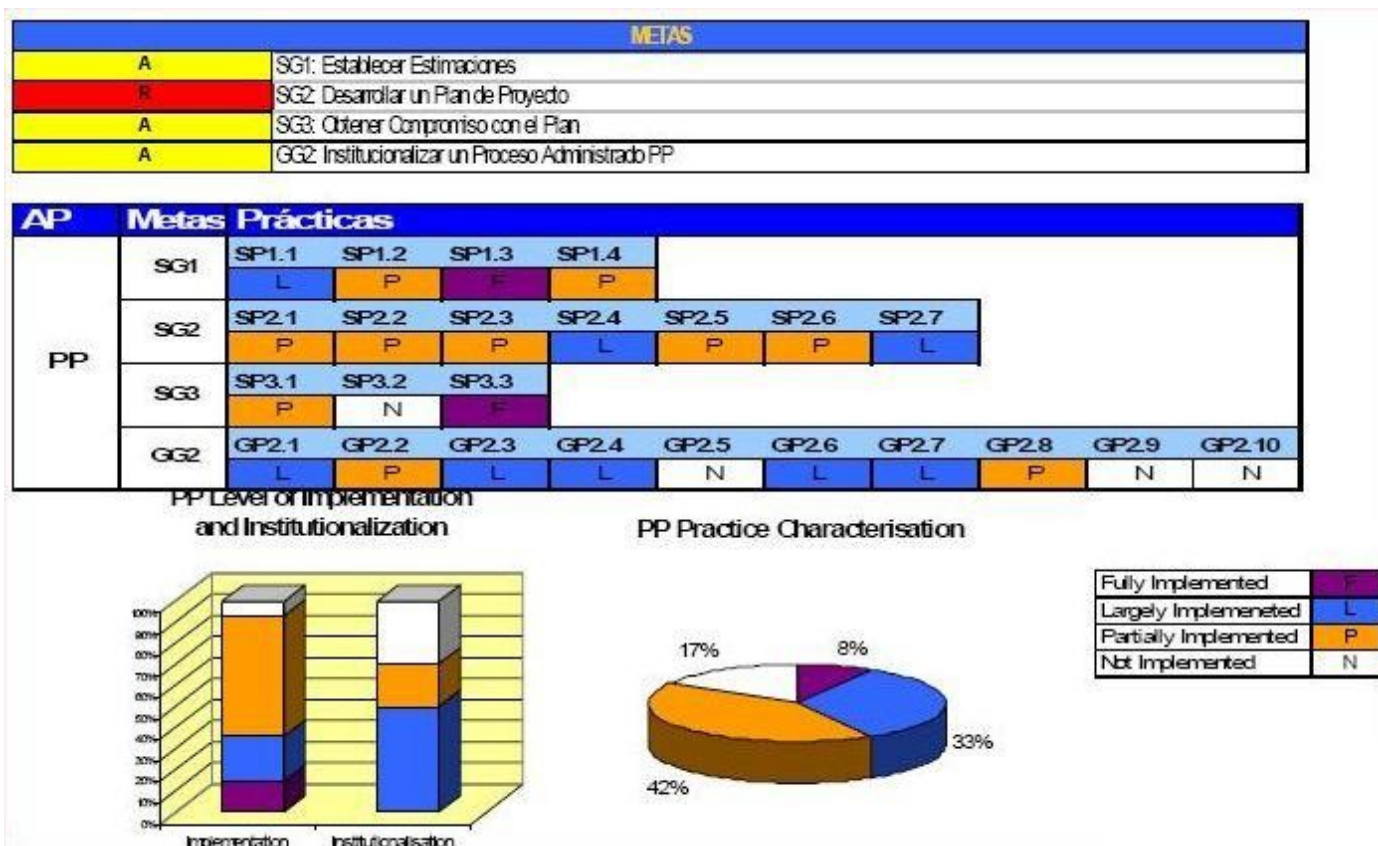


Figura 4. Evaluación de CMMI: Planificación de Proyectos. Tomado de (7)

Las debilidades son un poco más evidentes y preocupantes:

- No se le da seguimiento en algunos proyectos a los riesgos, recursos, capacitación, complejidad y tamaño de las tareas, esfuerzos, compromisos y costos.
- No están definidos lineamientos para determinar desviaciones significativas.
- No se registran el resultado del análisis de desviaciones y dificultades del proyecto.
- No se gestionan o administran las acciones correctivas.

En el área de *Monitoreo y Control del Proyecto* se encontraron las siguientes fortalezas una vez concluida la evaluación:

- En los proyectos externos se monitorea: avance, esfuerzo, compromisos, problemas, costos y avances con los clientes y en los internos generalmente solo avances, compromisos y dificultades.
- Revisiones periódicas por parte de los vicedecanos de producción a los líderes de proyectos y de estos a los equipos de desarrollo.

Las debilidades son un poco más evidentes y preocupantes:

- Falta de seguimiento en algunos proyectos a los riesgos, recursos, capacitación, complejidad y tamaño de las tareas, esfuerzos, compromisos y costos.
- No están definidos lineamientos para determinar desviaciones significativas.
- No se registran el resultado del análisis de desviaciones y dificultades del proyecto.
- No se gestionan o administran las acciones correctivas.

El sumario recogido en la Figura 5 demuestra que en esta área de procesos predomina una implementación parcial de las prácticas (56%); mientras que el 25% de estas se implementa ampliamente sin llegar a lograrlo completamente ninguna de ellas, y si se muestra un amplio margen no implementadas (20%). Al igual que en el área de procesos analizada anteriormente solo en uno de los objetivos

específicos (SG2: Administrar acciones correctivas y de cierre) los elementos existentes no se consideran, al resto (*consultar objetivos específicos del área de procesos: Monitoreo y Control de Proyecto*) se le señala como con trabajo por realizar.

En general la evaluación arroja un conjunto de dificultades que demuestran lo poco estructurada que se halla la Gestión de Tiempo en los proyectos de la universidad y cuán difícil se torna darle objetiva utilización a la documentación definida en el expediente de proyecto sin una guía concreta de los procesos de los cuales nutrirse para generar dichos artefactos como salidas. Queda mucho trabajo por delante que realizar para lograr un proceso administrado en esta área.

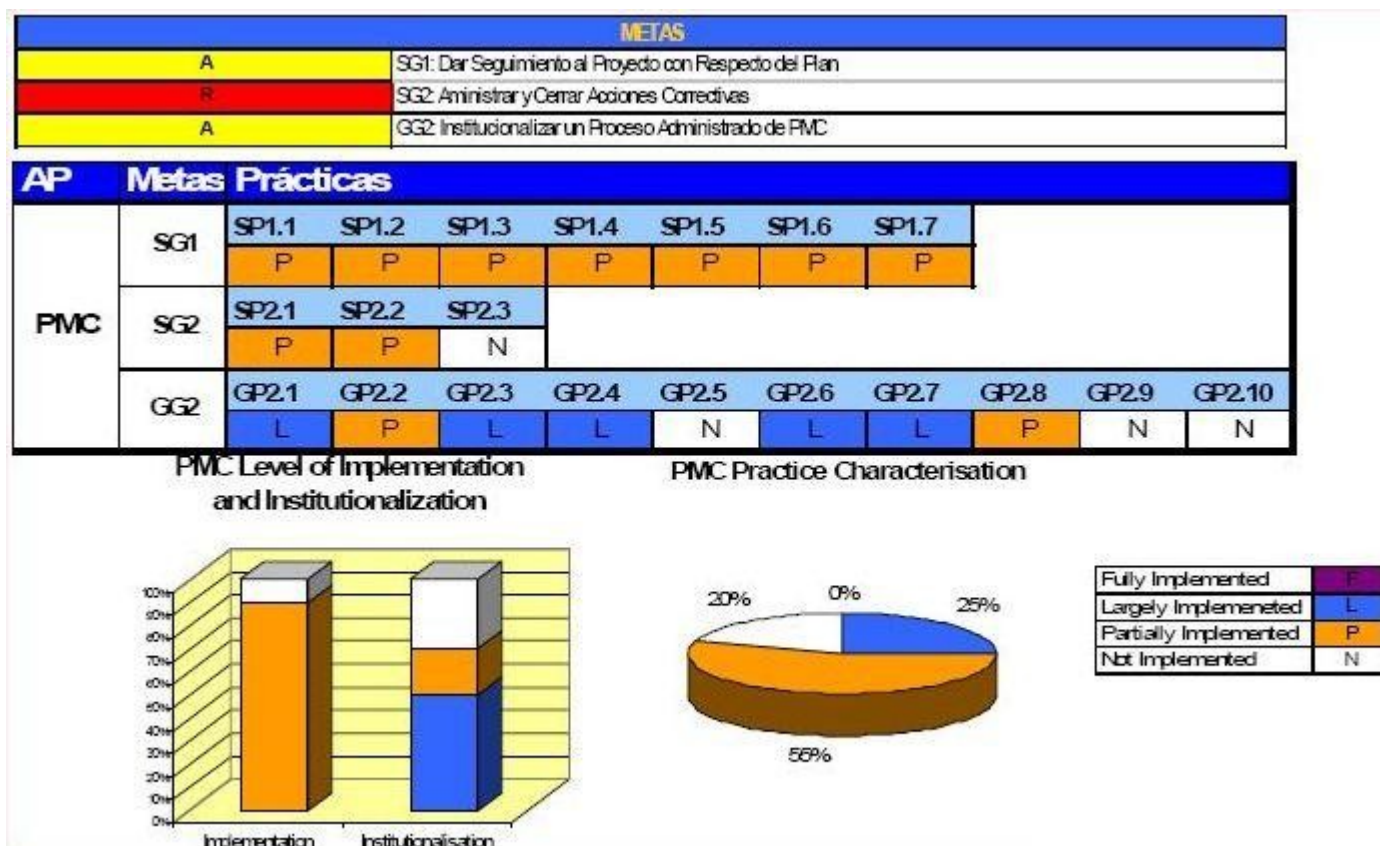


Figura 5. Evaluación de CMMI: Control y Monitoreo de Proyectos. Tomado de (7)

## **Conclusiones del Estado del Arte**

La Gestión de Tiempo comparte espacio con casi todas las áreas de la disciplina Gestión de Proyectos. Esta intromisión se debe a que existen un conjunto de principios básicos que plantea la Gestión de Tiempo para administrar la distribución de tareas necesarias para completar el desarrollo de un proyecto en el tiempo establecido y los recursos necesarios para cada una de ellas.

En los modelos analizados se reconocen un conjunto de procesos comunes que tienen cierto grado de convergencia hacia los propuestos por la guía del PMBOK®. Sin embargo, son apreciables deficiencias para aplicar estos modelos en la universidad, principalmente en la comunicación entre los procesos en relación al orden en que deben ser aplicados, la simultaneidad y los roles involucrados; además de que, si bien es cierto que se hallan aceptablemente descritos, necesitan ser más detallados en función del entorno específico en el que se van a aplicar.

Las técnicas propuestas en los modelos analizados por lo general se componen por descripciones ordinarias soportadas por métodos de origen matemático generalmente, carentes de una explicación objetiva para su utilización como es el caso de las técnicas para el diagramado de redes. No siendo el caso de las métricas propuestas por Pressman para medir el desempeño del proyecto y controlar el avance del cronograma, que se encuentran fuertemente fundamentadas y detalladas, requiriendo sólo de un toque personalizado del entorno sobre el que se aplicarán.

Lo roles implicados en el área de la Gestión de Tiempo son considerados genéricos o inexistentes en los modelos indagados, igualmente los artefactos, aunque aludidos, no son relacionados con una descripción detallada y concisa de su formato.

Se concluye entonces que los modelos analizados, una muestra elitista de las tendencias actuales, presentan dificultades en completar una aplicación satisfactoria en los entornos productivos de la universidad, por lo que se hace necesario adaptar varias técnicas y métodos para lograr una adecuada explotación de esta área. Por todo lo cual, se propone un modelo que integre, amplíe y personalice las características dominantes de los modelos existentes para su aplicación en los ambientes productivos del CENTALAD.

## Capítulo II: Modelo para la Gestión de Tiempo

---

El modelo que se propone se basa en tendencias analizadas en el Capítulo I, especialmente las promovidas por PMBOK® y Pressman, con especial énfasis en garantizar las normas de calidad del segundo nivel de CMMI, teniendo en cuenta la situación actual del CENTALAD como entorno productivo dentro de la UCI.

La estructura del capítulo exhibe el alcance, los principios, las premisas y la presentación del modelo para su aplicación. Se proponen siete procesos que conforman el modelo, durante su descripción se mantiene una estructura coherente comenzando con una representación de los roles que intervienen, sus entradas y salidas. Se muestra el flujo de trabajo del proceso explicando su contenido y representándolo con un diagrama de actividades UML en formato panorámico; se describen posibles técnicas para su ejecución de manera tal que orienten al interesado para su aplicación. Para cada actividad se representa el tiempo aproximado de ejecución, los roles implicados, entradas y salidas. Se exhibe igualmente un compendio de los roles y responsabilidades de los participantes en el modelo, así como una recapitulación del flujo general de actividades y un resumen de este.

### **Alcance del modelo**

El modelo ha sido desarrollado para su aplicación en proyectos de producción de software en la UCI que pretendan gestionar el tiempo empleado en su desarrollo de manera efectiva. Ofrece una descripción y guía objetiva para la realización de los procesos necesarios para garantizar una eficiente y objetiva Gestión de Tiempo, así como la especificación de las entradas, salidas, participantes, descripción del flujo de trabajo, actividades a realizar y técnicas y herramientas a utilizar para la aplicación de cada uno de ellos. Además, describe minuciosamente el formato de los artefactos necesarios para documentar la información generada durante su aplicación.

Así mismo el modelo es adaptable a proyectos de cualquier tamaño que lo implementen ya que la información que gestiona es independiente de esta característica y de la metodología de desarrollo de software que se quiera utilizar, sea ágil o no.

## Principios del Modelo

El modelo se basa en cuatro principios o fundamentos básicos para garantizar su adecuado funcionamiento en los entornos productivos de la universidad que definen y orientan el comportamiento de los procesos y actividades a lo largo de la propuesta:

- **Flexibilidad:** El modelo es adaptable a las condiciones cambiantes de los entornos productivos de la universidad; se aplica a proyectos de cualquier tamaño sin importar la metodología de desarrollo. Los procesos y actividades del flujo de trabajo se diseñaron para que existiese un bajo acoplamiento entre ellos y fueran configurables al ambiente de desarrollo sobre el que se aplican.
- **Enfoque Práctico y Objetivo:** El modelo toma lo mejor de las tendencias mundiales en esta rama y lo adapta a los entornos productivos de la universidad, desestimando un conjunto de elementos que no reportan beneficio o información algunos y técnicas de comprometida aplicación que no aportan a la solución de problemas en la práctica.
- **Orientado al control:** El modelo implementa mecanismos de control que verifican el cumplimiento de las actividades necesarias para el completamiento del proyecto, obteniendo periódicamente una medida del avance de este.
- **Enfoque a la mejora continua:** El modelo evalúa y documenta constantemente el progreso de las actividades del proyecto con el objetivo de aplicar la experiencia adquirida en futuros proyectos tal como propone IPMA-ICB.

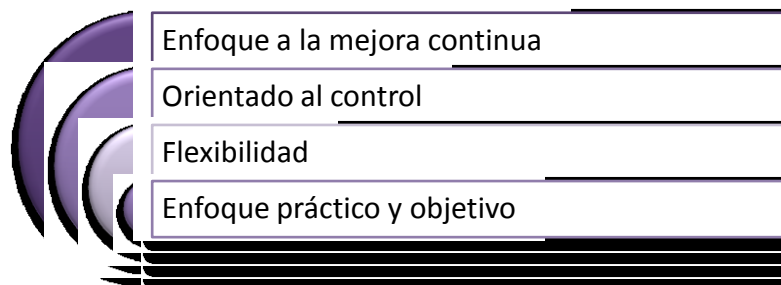


Figura 6. Principios del modelo.



Los principios enunciados definen las bases del modelo y establecen pautas a tener en cuenta en pos del cumplimiento de los objetivos del área y cada uno de los elementos que lo componen garantiza el cumplimiento de estos principios.

### Premisas para la aplicación del Modelo

**Efectiva y detallada Gestión de Alcance:** El modelo está diseñado para gestionar detalladamente el tiempo del proceso de desarrollo del proyecto y para esto es imperativo una definición detallada y estructurada al máximo detalle de todos los productos entregables en la estructura jerárquica definida por la EDT y que el alcance del proyecto tenga los horizontes bien establecidos.

**Personal mínimo capacitado en técnicas de planificación y estimación:** Para la correcta aplicación del modelo es necesaria la presencia de un planificador en el proyecto capacitado en el dominio en técnicas de estimación y planificación generales. No es imperativo el dominio de las clásicas y tediosas técnicas de estimación de software producto a que la flexibilidad misma del modelo opta por una utilización mínima de estas y sólo en procesos muy atómicos.

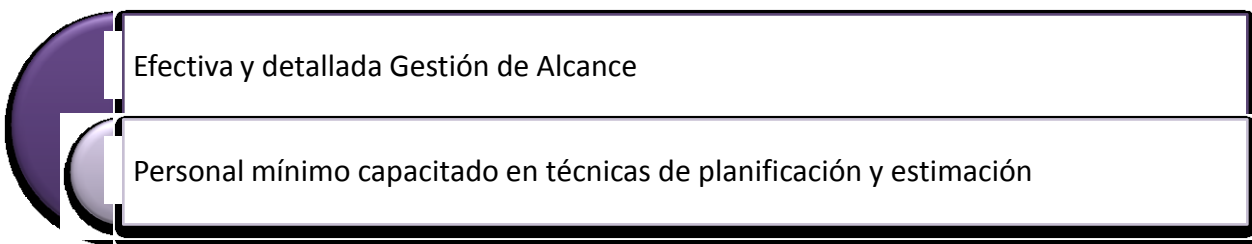


Figura 7. Premisas del Modelo

### Presentación del Modelo

El término modelo proviene del concepto italiano de *modello*. La palabra puede utilizarse en distintos ámbitos y con diversos significados; en el campo de las ciencias sociales un modelo hace referencia al arquetipo que, por sus características idóneas es susceptible de imitación o reproducción; se refiere también al esquema teórico de un sistema o de una realidad compleja. (21) Aplicando el concepto a la Gestión de Proyectos, el modelo que se propone servirá como marco de referencia para la administración

del tiempo en el proyecto, que especifica una secuencia de procesos bien definida compuesta por actividades, técnicas para su puesta en práctica, roles implicados y un conjunto de artefactos para documentar su ejecución.

La Figura 8 ilustra el flujo de procesos más común del modelo de Gestión de Tiempo propuesto, el cual comienza con la ejecución del proceso: *Planeación* que produce el *Plan de Gestión del Cronograma* y define los procedimientos y criterios de la aplicación de dicho modelo. Seguidamente se ejecutan un primer grupo de procesos comenzando por: *Definición de Actividades*, seguido de *Secuenciación de Actividades*, *Estimación de Recursos*, *Estimación de Tiempo de Actividades* y *Desarrollo del Cronograma*; todos ellos tributan a la confección de la línea base del cronograma del proyecto que tiene como artefacto principal al *Cronograma de Proyecto*. El segundo grupo está conformado únicamente por el proceso *Control del Cronograma* cuyo objetivo es monitorear el avance del cronograma del proyecto y documentar la información resultante en el *Historial de Cronograma* así como emitir las *Medidas Correctivas/Preventivas* para corregir desviaciones en el cronograma.

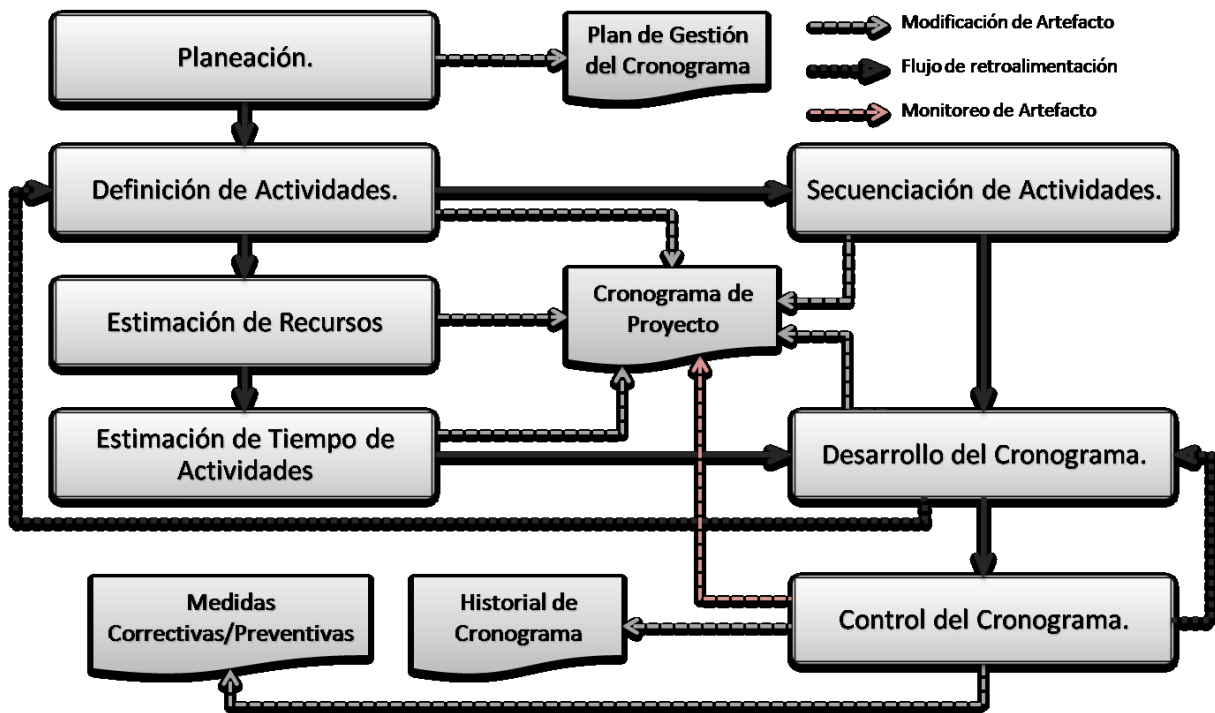


Figura 8. Flujo de procesos más común del modelo Gestión de Tiempo propuesto.

El resto de los artefactos utilizados durante la ejecución de los procesos que no se muestran en esta figura, se describen a lo largo del documento y se resumen en la sección Artefactos.

La Figura 9 muestra el grado de actividad de los procesos de la Gestión de Tiempo durante el ciclo de vida del proyecto. Esta representación integrada de los procesos con la Gestión de Proyectos en general es útil para decidir cuándo iniciar cada proceso. Los datos utilizados para la elaboración de la imagen no son empíricos, se basan en las apreciaciones de experiencias en la Gestión de Tiempo.

El proceso *Planeación* se desarrolla durante la *fase de inicio*. Los siguientes cuatro procesos: *Definición de Actividades*, *Secuenciación de Actividades*, *Estimación de Recursos* y *Estimación de Tiempo* concentran su ejecución hacia *fase de planificación* en ese orden. El resto de los procesos tienen lugar partiendo de esa fase y durante todo el ciclo de vida del proyecto; disminuyendo para el proceso *Desarrollo del cronograma* la actividad a medida que se aproxima al final del ciclo de vida del proyecto. El *Control del Cronograma* es una proceso constante durante las etapas medias del proyecto partiendo de la *fase de cierre*, se destaca especialmente en la *fase de control*.

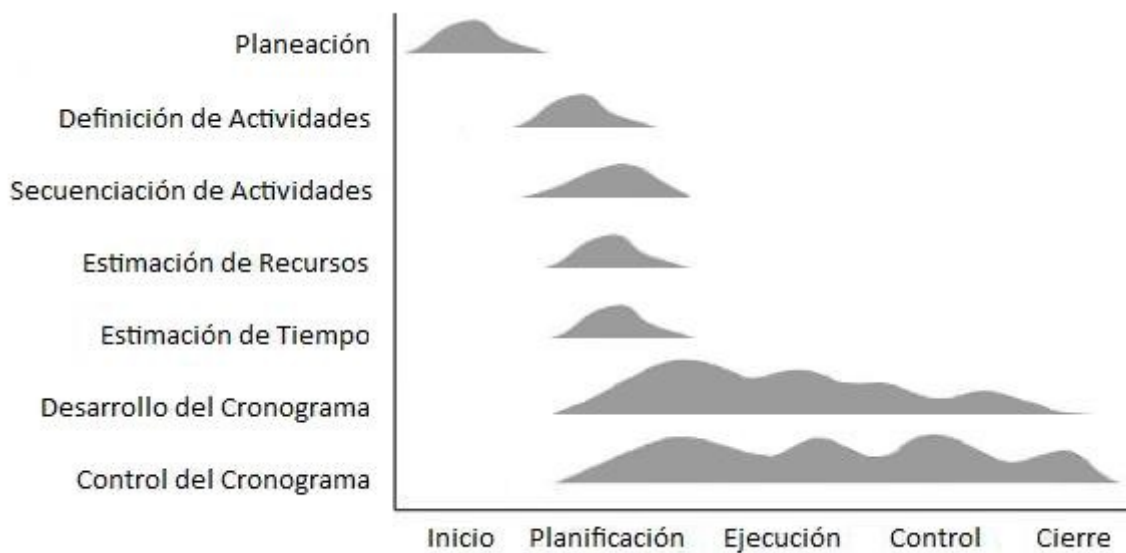


Figura 9. Actividad de la Gestión de Tiempo en las fases del ciclo de vida de un proyecto.

## Proceso Organizativo

### Planeación

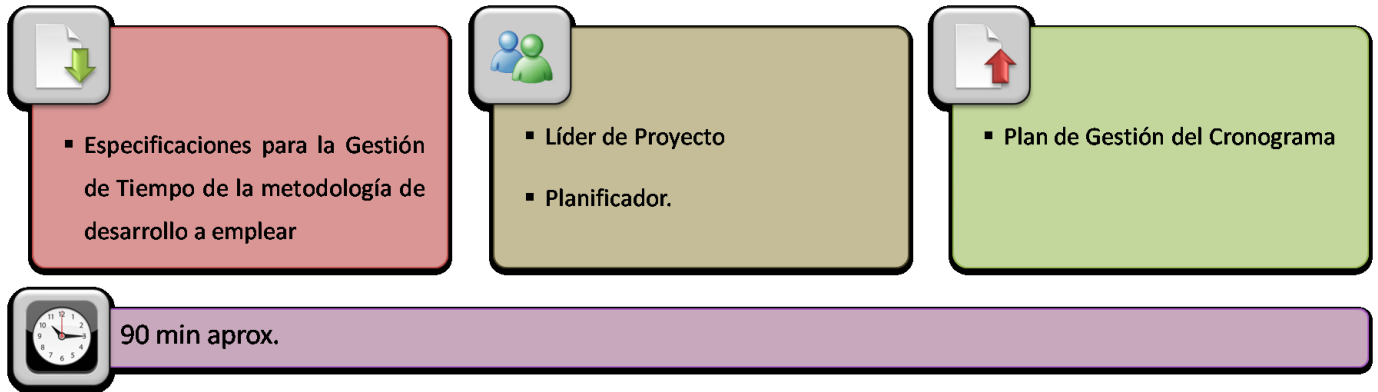


Figura 10. Vista de la Actividad Introductoria: Planeación.

### Descripción General.

*Planeación* es un proceso organizativo que introduce la Gestión de Tiempo en un proyecto. Es un proceso pequeño y atípico en comparación con el resto dado que el mismo puede considerarse como una única actividad. Su objetivo es trazar los procedimientos y criterios fundamentales que conducirán la aplicación del modelo en el proyecto de acorde a la metodología empleada. Tiene lugar durante la *fase de inicio* del proyecto y para ello sesionan el *Líder de Proyecto* y el *Planificador* durante aproximadamente 90 min para definir los criterios y procedimientos para la gestión del cronograma del proyecto, así como un mecanismo de control y artefactos auxiliares que favorezcan la correcta aplicación de la Gestión de Tiempo, quedando reflejado cada detalle en el *Plan de Gestión del Cronograma*.

### Entradas

#### **Especificaciones para la Gestión de Tiempo de la metodología de desarrollo a emplearse**

Son las normas, restricciones, asunciones y sugerencias que impone la metodología de desarrollo de software que se utilizará para desarrollar el proyecto sobre el desempeño de la planificación en el proyecto y tópicos relacionados. La consulta de dicha información permite definir los criterios, procedimientos y protocolos que rigen la Gestión de Tiempo durante el ciclo de vida del proyecto.

*Salidas*

**Plan de Gestión del Cronograma**

Es el documento que establece los criterios y las actividades para desarrollar y controlar el cronograma del proyecto. Es además, un plan subsidiario del *Plan de Gestión del Proyecto* o una parte de él. El *Plan de gestión del Cronograma* (ver “Anexo I: Descripción del Plan de Gestión del Cronograma” para descripción detallada) puede ser formal o informal, muy detallado o ampliamente esbozado, según las necesidades del proyecto.

**Procesos del Modelo**

***Definición de Actividades.***

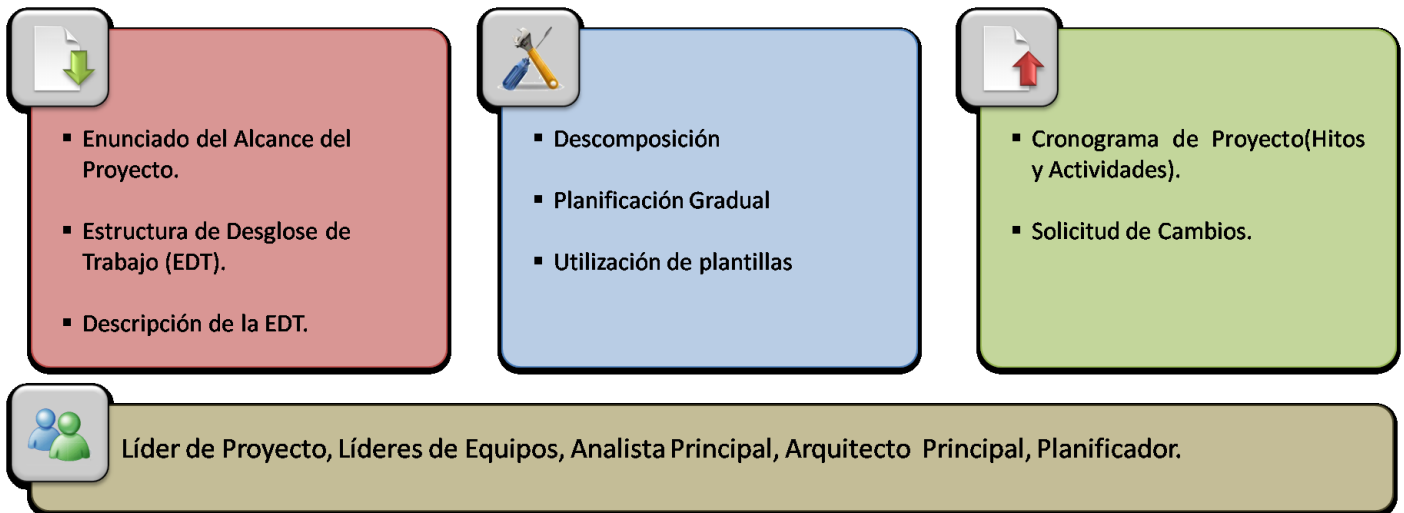


Figura 11. Vista del Proceso: Definición de Actividades.

***Descripción General***

Comienza su ejecución durante la *fase de planificación* del proyecto, decide su comienzo el líder de proyecto y manifiesta cierto solapamiento con el área de la Gestión de Alcance. Este proceso se ejecuta completamente una sola vez durante el ciclo de vida del proyecto a menos que sufra alguna modificación el alcance del proyecto Durante el proceso de *Definición de actividades* se identifican los productos

entregables al nivel más bajo de la *EDT* (ver *Entradas del Proceso* ), denominado paquete de trabajo. La descomposición de estos en actividades proporciona una base con el fin de estimar, establecer el cronograma, ejecutar, y supervisar y controlar el trabajo del proyecto.

Este proceso genera la los hitos y actividades del *Cronograma de Proyecto*, artefacto que se actualiza constantemente durante el completamiento de las distintas iteraciones. El flujo de trabajo del proceso consta de una única actividad ilustrada en la Figura 12.

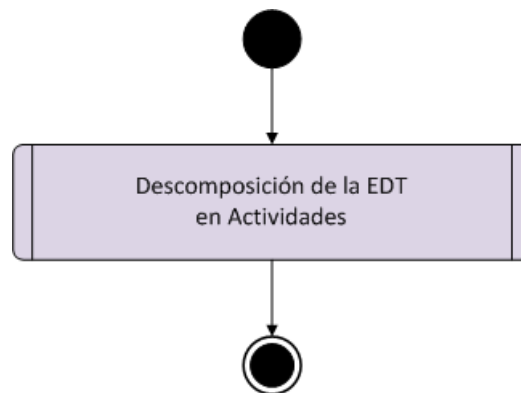


Figura 12. Flujo de trabajo del Proceso: Definición de Actividades.

### *Entradas*

#### **Enunciado del Alcance del Proyecto**

El enunciado del alcance del proyecto describe, en detalle, los productos entregables del proyecto y el trabajo necesario para crear tales productos entregables. Proporciona un entendimiento común del alcance del proyecto entre los interesados del proyecto, y describe los principales objetivos del proyecto. Provee la línea base para evaluar si las solicitudes de cambio o trabajo adicional están comprendidas dentro o fuera de los límites del proyecto e detallado incluye además los requisitos, restricciones y asunciones del proyecto y los criterios de aceptación del producto. (8)

#### **Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)**

La EDT es una agrupación de elementos de trabajo del proyecto orientada a entregables y una guía para el esfuerzo que será hecho. A cada componente de la EDT, incluidos los paquetes de trabajo y las cuentas de control dentro de una EDT, generalmente se le asigna un identificador único de un código de

cuentas. Estos identificadores proporcionan una estructura para un resumen jerárquico de información sobre costes, cronograma y recursos.

**Descripción de la EDT**

Descripción que acompaña a la EDT, refiere el contenido detallado de los componentes que se incluyen en una EDT, incluidos los paquetes de trabajo y las cuentas de control. Para cada componente de la EDT, la descripción incluye un identificador de código de cuenta, un enunciado del trabajo y la organización responsable.

*Actividades*

**Descomposición de la EDT en actividades**

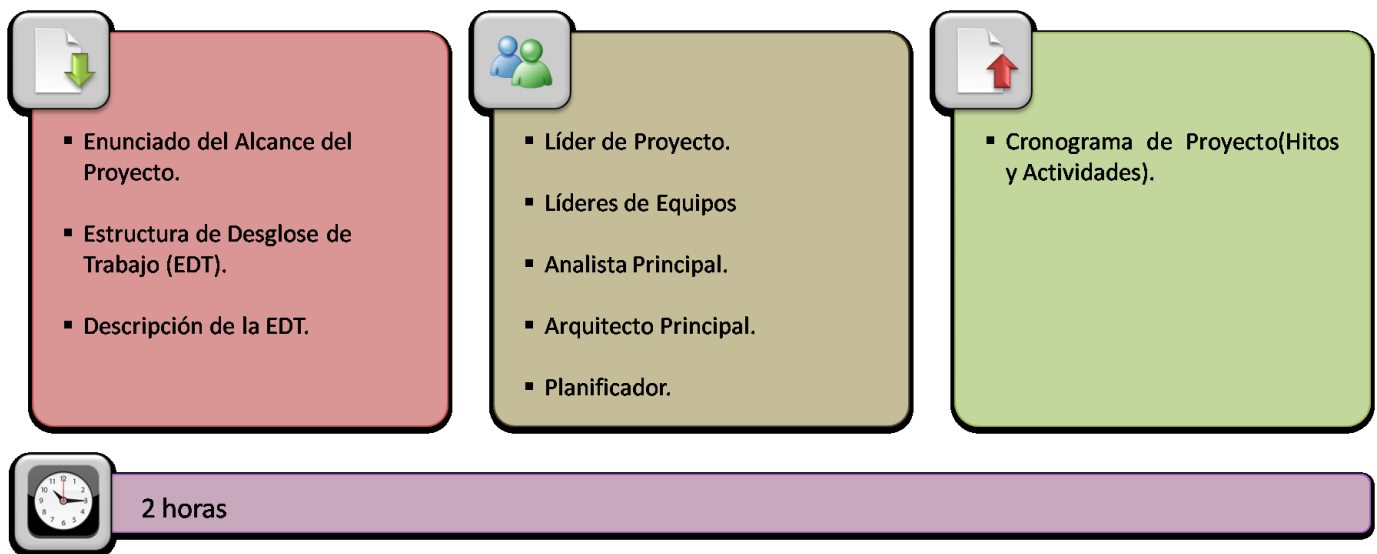


Figura 13. Vista de la Actividad: Descomposición de la EDT en actividades.

Se reúnen los participantes y conforman un equipo para analizar cuidadosamente la *EDT* y la *Descripción de la EDT*, ambas definidas en el alcance del proyecto. Partiendo de ellas, aplicando la técnica conocida como *Descomposición*, se definen las actividades necesarias para producir los entregables del proyecto. Como resultado se obtiene una visión bastante amplia, aunque por lo general no total, del conjunto de hitos y actividades a vencer para finalizar el proyecto, los cuales se documentan en el *Cronograma de*

*Proyecto*, artefacto en el cual también se inserta el diagrama de hitos resultantes del proceso de identificación de estos.

Las actividades definidas cuentan con bajo nivel de detalle, por lo cual quedan descritas con los pocos atributos que las representan hasta el momento, siendo completamente típico de los períodos tempranos. A medida que avanza el flujo de procesos las actividades se enriquecen con atributos, sufren modificaciones y hasta incluso pueden desglosarse en otras actividades.

### *Técnicas y Herramientas*

#### **Descomposición**

La descomposición persigue subdividir los paquetes de trabajo del proyecto en componentes más pequeños y más fáciles de manejar: las actividades del cronograma. Recibe como entradas la *EDT* y la *Descripción de la EDT* y plantea las salidas finales precisamente como actividades del cronograma en lugar de hacerlo como productos entregables como en la construcción de la *EDT* durante la definición de alcance del proyecto.

Consiste en localizar los paquetes de trabajo definidos en la *EDT* a partir de un análisis detallado de esta y de la *Descripción de la EDT* y determinar o desglosar las actividades necesarias para producir los productos entregables de cada uno de los paquetes de trabajo. El empleo de esta técnica para la definición de actividades puede llevarse a cabo simultáneamente con las actividades que generan *EDT* y de la *Descripción de la EDT* en la Gestión de Alcance y puede ser desempeñada por el miembro del equipo responsable del paquete de trabajo, quedando demostrado la existencia de áreas de solapamiento entre ambas disciplinas de la Gestión de Proyectos.

#### **Planificación Gradual**

La *EDT* y la *Descripción de la EDT* reflejan la evolución del alcance del proyecto a medida que se describe con detalle hasta llegar al nivel del paquete de trabajo. La planificación gradual es una forma de planificación de elaboración progresiva donde el trabajo que se debe realizar a corto plazo se planifica en detalle a un nivel inferior de la *EDT*, mientras que el trabajo a largo plazo se planifica para los componentes de la *EDT* que se encuentran a un nivel relativamente alto de esta. El trabajo que se debe



realizar durante uno o dos períodos de presentación de informes a corto plazo se planifica en detalle, a medida que el trabajo se completa durante el período actual. Por lo tanto, las actividades del cronograma pueden existir a distintos niveles de detalle en el ciclo de vida del proyecto.

### **Utilización de plantillas**

Una lista de actividades estándar o una parte de una lista de actividades de un proyecto anterior con frecuencia pueden ser utilizadas como plantilla para un nuevo proyecto. La información relacionada de los atributos de las actividades de las plantillas también puede incluir una lista de habilidades de los recursos y la cantidad de horas de esfuerzo necesarias, la identificación de riesgos, los productos entregables esperados, hitos y cualquier otra información descriptiva.

Esta técnica puede ser utilizada dentro del proceso de *Definición de actividades* para facilitar el completamiento de cualquiera de las actividades del flujo de trabajo en cualquier momento.

### *Salidas*

#### **Cronograma del Proyecto (Hitos y Actividades)**

El *Cronograma de Proyecto* es el principal artefacto de la Gestión de Tiempo (ver “Anexo II: Descripción del Cronograma De Proyecto” para descripción detallada). Identifica todos los hitos del cronograma e indica si es obligatorio (exigido por el contrato) u opcional (sobre la base de los requisitos del proyecto o la información histórica) (8), contiene una lista completa que incluye todas las actividades del cronograma planificadas para ser realizadas en el proyecto no siendo incluidas las actividades del cronograma que no se requieren como parte del alcance del proyecto y contiene además los diagramas de la red de actividades.

La lista de actividades del cronograma incluye el identificador de la actividad, una descripción del alcance del trabajo para cada actividad del cronograma lo suficientemente detallada como para permitir que los miembros del equipo del proyecto entiendan qué trabajo deben completar y un conjunto de atributos que describen el comportamiento de su ejecución. Las actividades del cronograma son componentes discretos del cronograma del proyecto, pero no son componentes de la EDT. (8)

### Solicitud de Cambios

Durante la ejecución de los procesos se pueden solicitar cambios que pueden afectar al enunciado del alcance del proyecto y la EDT principalmente. Los cambios solicitados se procesan para su revisión y disposición.

### Secuenciación de Actividades

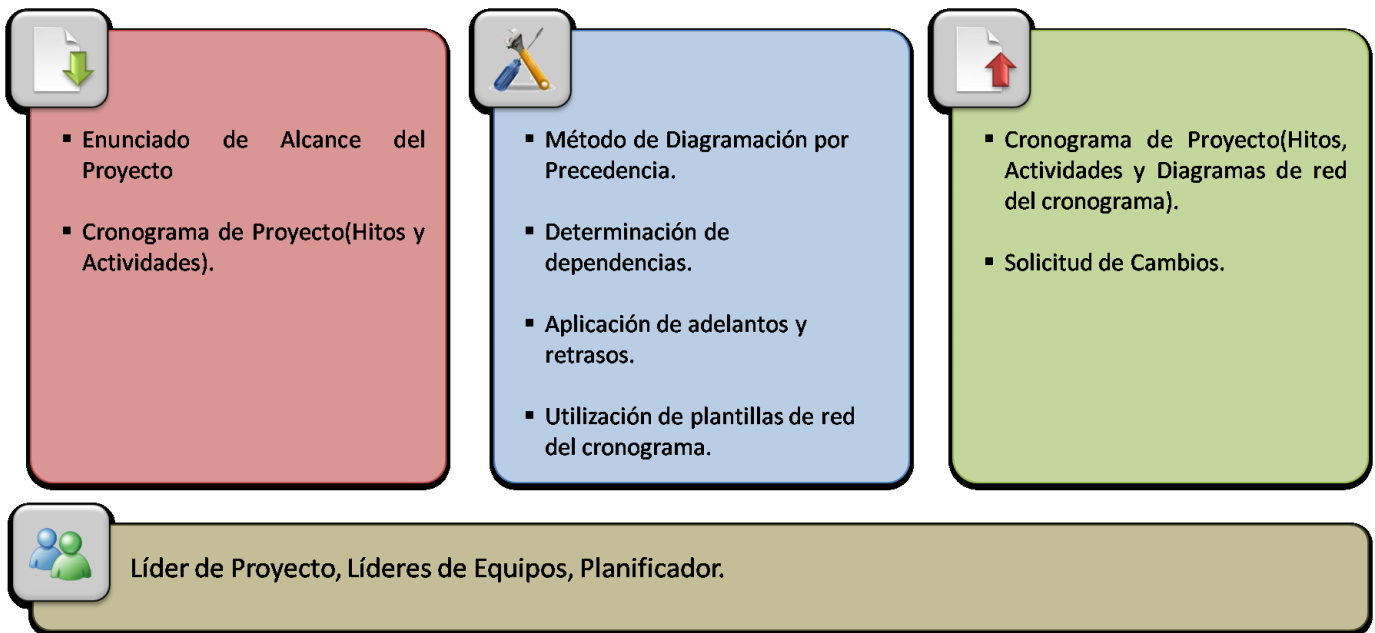


Figura 14. Vista del Proceso: Secuenciación de Actividades.

### Descripción General

Se ejecuta durante la *fase de planificación* del proyecto, una vez terminado el proceso de *Definición de actividades*; su ejecución depende de las modificaciones que puedan sufrir las actividades definidas, pudiendo ser la adición, eliminación o modificación de atributos de alguna de ellas. Durante el proceso de *Secuenciación de actividades* se identifican y documentan las relaciones lógicas entre las actividades. Cada hito y actividad del cronograma, exceptuando primero y último están conectados al menos a un antecesor y a un sucesor, por lo que se hace necesario establecer relaciones de precedencia lógicas y la

utilización de técnicas de adelanto y retraso sobre estas para garantizar el posterior desarrollo de un cronograma realístico.

El establecimiento de la secuencia puede realizarse mediante el uso de herramientas de software de gestión, mediante técnicas manuales o mediante la combinación de ambas. El proceso genera los primeros datos a ser introducidos en el *Cronograma de Proyecto*: los diagramas de red del cronograma, grafos de actividades a realizar para lograr el completamiento del proyecto. El flujo de trabajo del proceso se compone de las actividades mostradas en la Figura 15.

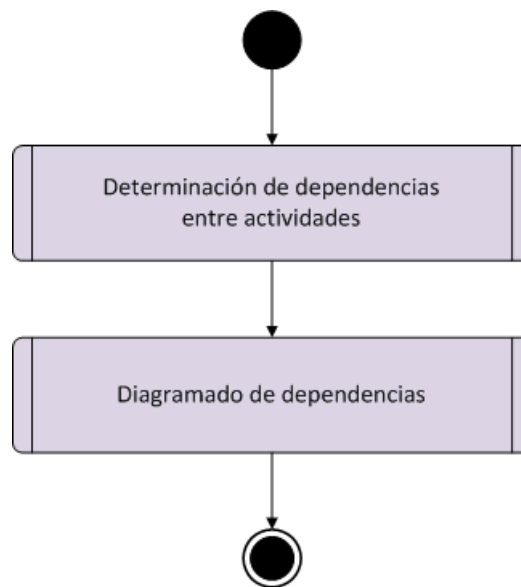


Figura 15. Flujo de trabajo del Proceso: Secuenciación de Actividades.

*Entradas*

**Enunciado del Alcance del Proyecto** (ver descripción en pág. 56)

**Cronograma del Proyecto (Hitos y Actividades)** (ver descripción en pág. 59)

*Actividades.*

**Determinación de dependencias**

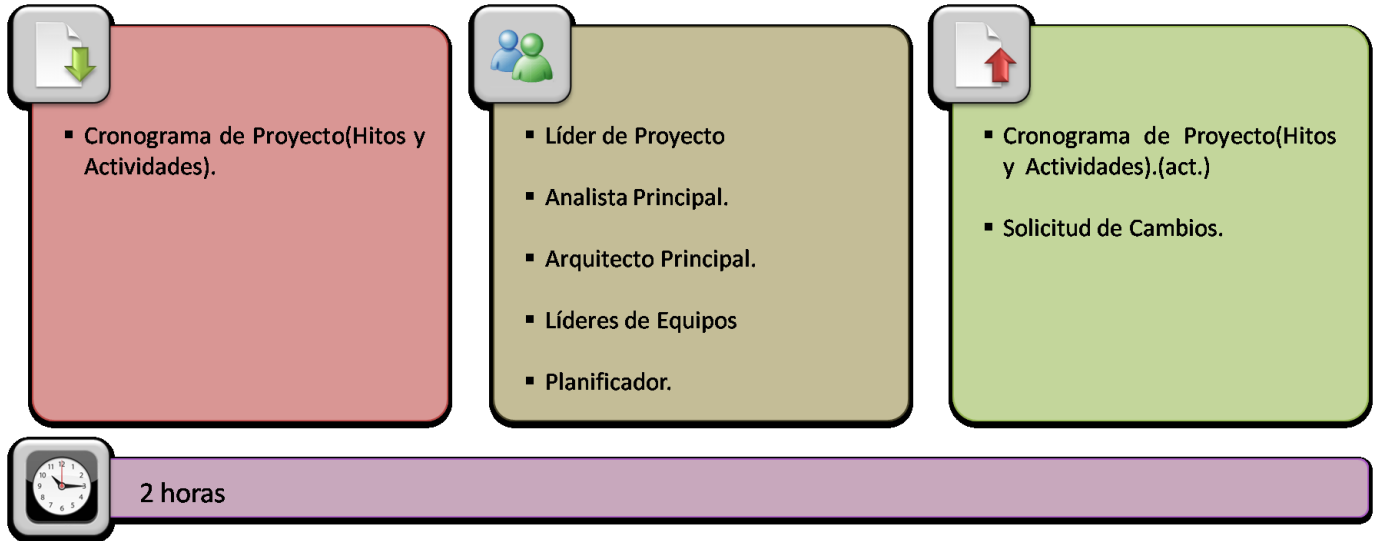


Figura 16. Figura 12. Vista de la Actividad: Determinación de dependencias.

Para el cumplimiento de esta tarea se reúne parte del equipo de dirección del proyecto con el fin de determinar las precondiciones y las post-condiciones de la ejecución de cada uno de las actividades definidas. Posteriormente se aplica la técnica de *Determinación de dependencias* que arroja como resultado el conjunto de dependencias de cada de una las actividades.

**Diagramado de dependencias**

Es una actividad de mediana complejidad realizada únicamente por el *Planificador*, que inicia su ejecución una vez determinadas las dependencias entre actividades. Partiendo de dichas relaciones de dependencia y con el empleo de técnicas como el *Método de Diagramación por Precedencia* y la *Aplicación de adelantos y retrasos* se confecciona de la manera óptima los diagramas de red del cronograma que incluyen un diagrama de dependencias y un diagrama de Gantt que involucren a la totalidad de actividades. Ambos diagramas quedan documentados en el *Cronograma de Proyecto*.

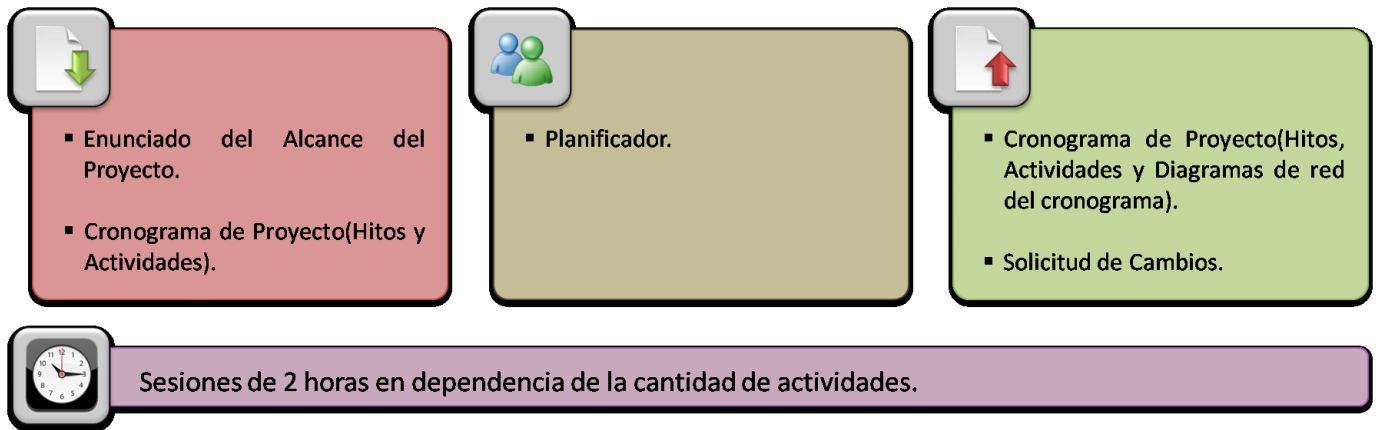


Figura 17. Vista de la Actividad: Confección del diagrama de red.

### *Técnicas y Herramientas.*

#### **Método de Diagramación por Precedencia (PDM<sup>17</sup>)**

El PDM es un método para crear un diagrama de red del cronograma del proyecto que utiliza casillas o rectángulos, denominados nodos, para representar actividades, que se conectan con flechas que muestran las dependencias. La Figura 18 muestra un diagrama de red simple del cronograma del proyecto dibujado utilizando el PDM. Esta técnica también se denomina actividad en el nodo (AON), y es el método utilizado por la mayoría de los paquetes de software de Gestión de Proyectos. (22)

El PDM incluye cuatro tipos de dependencias o relaciones de precedencia:

- *Final a Inicio.* El inicio de la actividad sucesora depende de la finalización de la actividad predecesora.
- *Final a Final.* La finalización de la actividad sucesora depende de la finalización de la actividad predecesora.
- *Inicio a Inicio.* El inicio de la actividad sucesora depende del inicio de la actividad predecesora.
- *Inicio a Fin.* La finalización de la actividad sucesora depende del inicio de la actividad predecesora.

<sup>17</sup> **PDM**, *Precedence Diagram Method*

En el PDM, final a inicio es el tipo de relación de precedencia más comúnmente usado. Las relaciones inicio a fin raramente se utilizan.

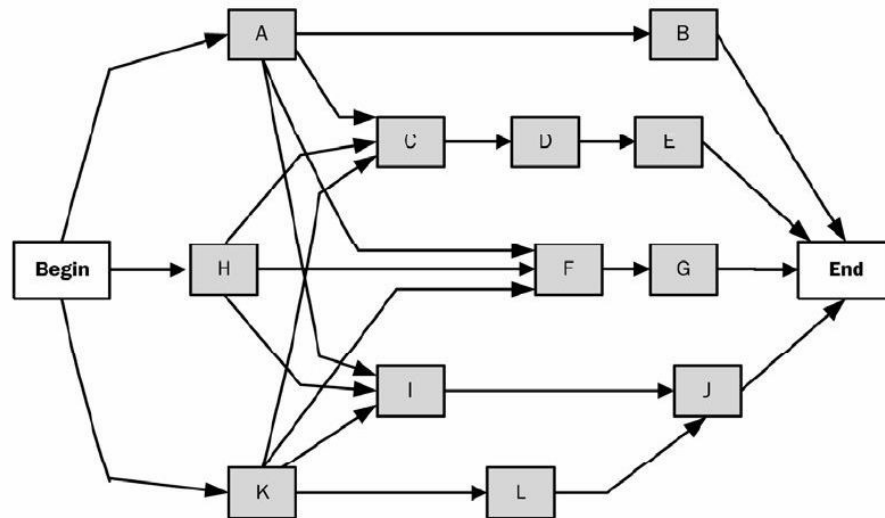


Figura 18. Método de Diagramación por Precedencia. Tomado de (8)

### Aplicación de adelantos y retrasos

Una vez determinada las dependencias estas pueden requerir un adelanto o un retraso para definir con exactitud la relación lógica. El uso de adelantos y retrasos, y las asunciones relacionadas deben quedar documentados en las secciones de hitos y actividades del *Cronograma de Proyecto*.

Un adelanto permite la aceleración de la actividad sucesora. Por ejemplo, el equipo de redacción técnica puede comenzar a escribir el segundo borrador de un documento grande (la actividad sucesora) quince días antes de terminar de escribir el primer borrador completo (la actividad predecesora). Esto puede lograrse mediante una relación final a inicio con un período de adelanto de quince días.

Un retraso causa una demora en la actividad sucesora. Por ejemplo, para dar cuenta del período de 45 días que tarda en desplegarse un proyecto determinado, se puede utilizar un retraso de diez días en una relación final a inicio, lo que significa que la actividad sucesora no puede comenzar hasta 45 días después de finalizada la predecesora. (8)

**Utilización de plantillas de red del cronograma**

Las plantillas del diagrama de red del cronograma del proyecto estandarizadas pueden utilizarse para acelerar la preparación de redes de actividades del cronograma del proyecto. Éstas pueden incluir un proyecto completo o solamente una parte de él. En general, las partes de un diagrama de red del cronograma del proyecto se denominan subred o fragmento de red. Las plantillas de las subredes son especialmente útiles cuando un proyecto incluye varios productos entregables idénticos o casi idénticos, como los pisos de un edificio alto de oficinas, los estudios clínicos de un proyecto de investigación farmacéutica, los módulos de codificación de programas de un proyecto de software o la fase de lanzamiento de un proyecto de desarrollo. (8)

*Salidas***Cronograma de Proyecto (Diagramas de red del Cronograma)**

El *Cronograma de Proyecto* contiene además de los hitos y actividades los diagramas de red del cronograma, que representan esquemáticamente las actividades del cronograma del proyecto y las relaciones lógicas entre ellas, también conocidas como dependencias. Se puede crear un diagrama de red del cronograma del proyecto de forma manual o utilizando un software de Gestión de Proyectos. El diagrama de red del cronograma del proyecto puede incluir detalles de todo el proyecto, o contener una o más actividades resumen, así como una descripción de todas las secuencias poco comunes de las actividades dentro de la red. Durante el presente proceso se utiliza el *Método de Diagramación por Precedencia* para la creación de los diagramas de red, los que se actualizan a medida que avanza el proyecto.

Cronograma de Proyecto (Hitos y Actividades) (act.)(*ver descripción en pág.59* )

**Solicitud de Cambios** (*ver descripción en pág.60*)

### Estimación de Recursos

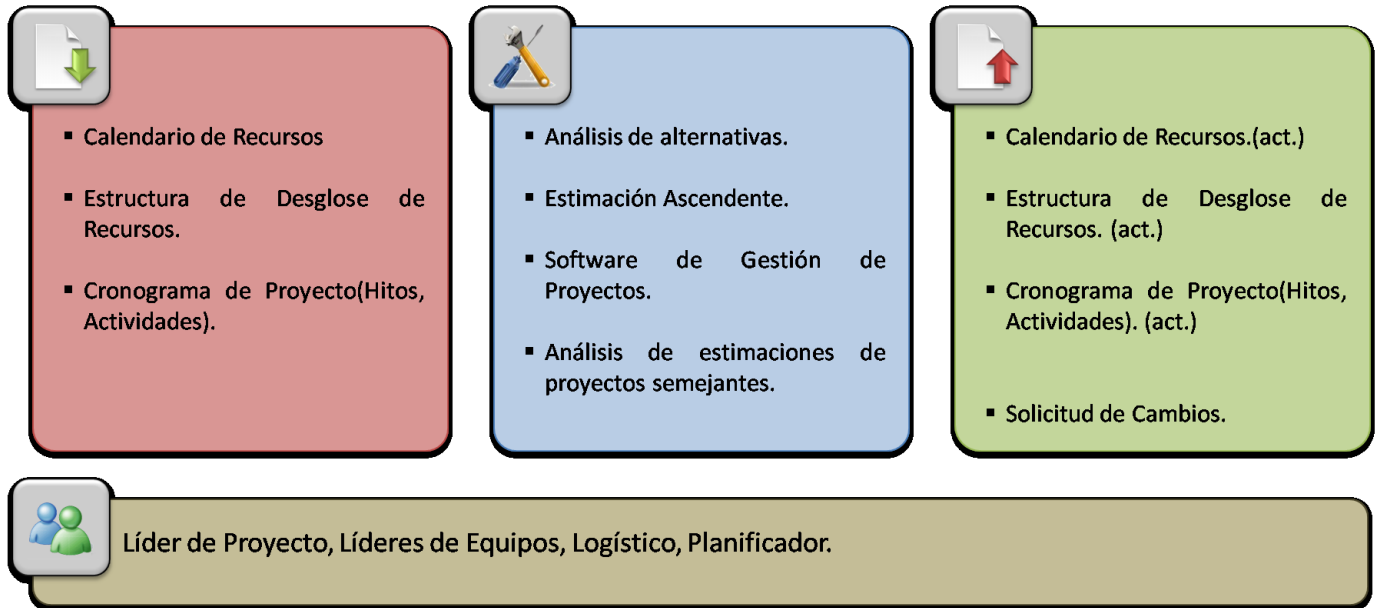


Figura 19. Vista del Proceso: Estimación de recursos.

#### Descripción General

El presente proceso es ejecutado una vez en la *fase de planificación* del proyecto. La estimación de recursos de las actividades del cronograma involucra determinar cuáles son los recursos (personas, equipos, o material) y qué cantidad de cada recurso se utilizará, y cuándo estará disponible cada recurso para realizar las actividades del proyecto. (8) Como resultado del proceso se generan los requerimientos de recursos necesarios para cada actividad del cronograma, que se describen detalladamente en la sección de actividades del *Cronograma de Proyecto*.

El proceso *Estimación de recursos* se coordina estrechamente con el proceso de estimación de costos del área de la Gestión de Costos. El flujo de trabajo consta de dos actividades fundamentales ilustradas en la Figura 20.



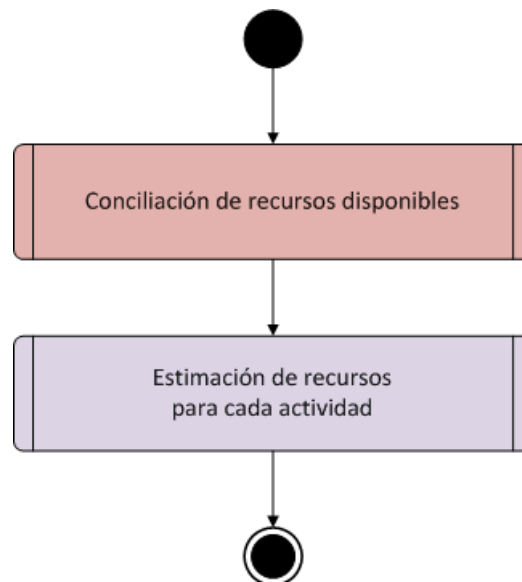


Figura 20. Flujo de trabajo del Proceso: Estimación de recursos.

### *Entradas*

#### **Calendario de Recursos**

El *Calendario de recursos* especifica cuándo y durante que tiempo los recursos identificados para el proyecto estarán disponibles mientras dure el desarrollo de su desarrollo. Esta información se puede encontrar a los niveles de proyecto o de actividades; incluye atributos como experiencia del recurso y/o nivel de habilidad (en el caso de los recursos humanos), así como localización y fechas de disponibilidad.

#### **Estructura de Desglose de Recursos**

La estructura de desglose de recursos es una estructura jerárquica de los recursos identificados por categoría y tipo de recurso.

#### **Cronograma de Proyecto (Hitos y Actividades)** (ver descripción en pág.59)

Actividades

**Conciliación de recursos disponibles**



Figura 21. Vista de la actividad: Conciliación de recursos disponibles.

La actividad precisa la labor del *Planificador* y el *Logístico* del proyecto para puntualizar la información del *Calendario de recursos* y verificar que esta esté actualizada. Es una actividad de carácter opcional pero es un hecho que en muchas ocasiones se disponen de recursos a última hora y toma algún tiempo reflejar la disponibilidad de estos en el *Calendario de recursos* por lo que se recomienda su ejecución. Esta actividad solamente genera actualizaciones en el *Calendario de recursos*.

**Estimación de recursos para cada actividad**

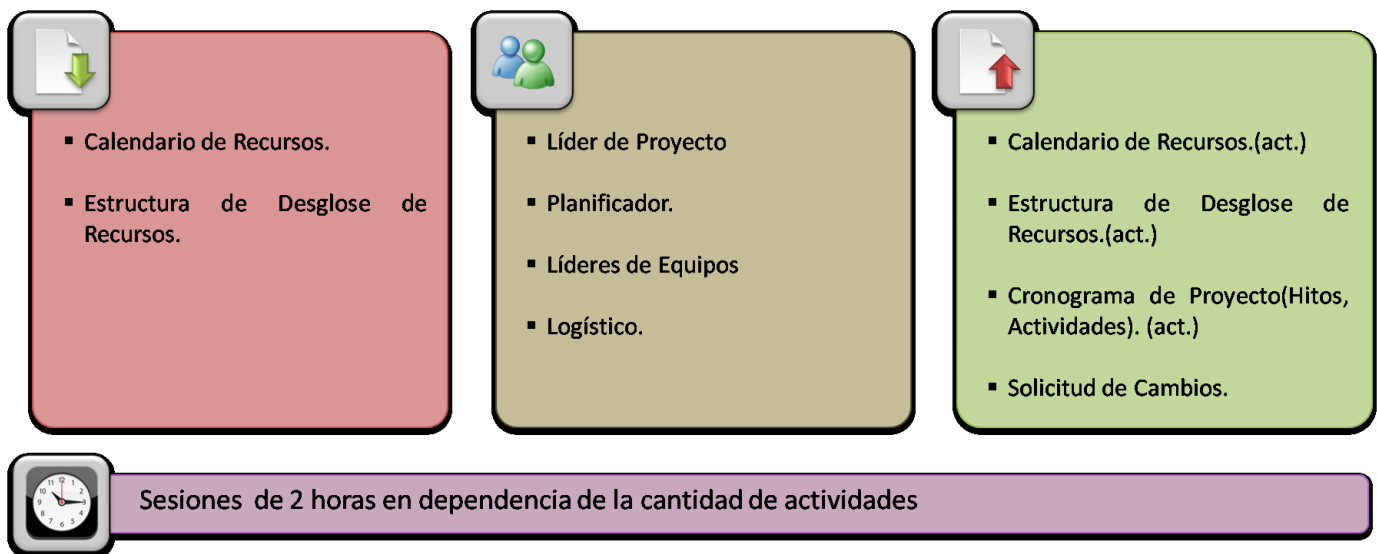


Figura 22. Vista de la actividad: Estimación de recursos para cada actividad.

Es la actividad más importante del proceso, se reúnen los implicados y sesionan para evaluar las entradas a este proceso relacionadas con los recursos y estimar la asignación de estos a cada una de las actividades. Se emplean técnicas como *Análisis de alternativas*, *Estimación ascendente* que se apoyan en el uso de *Software de Gestión de Proyectos* y el *Análisis de estimaciones de proyectos semejantes*. La asignación final de los recursos queda documentada en la sección de hitos y actividades del *Cronograma de Proyecto* y se actualizan la *Estructura de Desglose de Recursos* y el *Calendario de recursos* con la nueva disponibilidad de los recursos implicados en el proceso.

### *Técnicas y Herramientas*

#### **Análisis de alternativas**

Muchas actividades del cronograma cuentan con métodos alternativos de realización. Éstos incluyen el uso de distintos niveles de capacidad o habilidades de los recursos, diferente tamaño o tipo de máquinas, diferentes herramientas (manuales frente a automatizadas) y la decisión de fabricación propia o compra a terceros con respecto al recurso.

#### **Estimación Ascendente**

Cuando no se puede estimar una actividad del cronograma con un grado razonable de confianza, el trabajo que aparece dentro de la actividad del cronograma se descompone con más detalle. Se estiman las necesidades de recursos de cada una de las partes inferiores y más detalladas del trabajo, y estas estimaciones se suman luego en una cantidad total para cada uno de los recursos de la actividad del cronograma. Las actividades del cronograma pueden o no tener dependencias entre sí que pueden afectar a la aplicación y al uso de los recursos. Si existen dependencias, este patrón de uso de recursos se refleja en los requisitos estimados de la actividad del cronograma y se documenta en la sección de hitos y actividades del *Cronograma de Proyecto*. (8) (23)

#### **Software de Gestión de Proyectos**

El software de Gestión de Proyectos puede ser de mucha utilidad en las tareas de planificar, organizar y gestionar los conjuntos de recursos, y de desarrollar estimaciones de recursos. Dependiendo de la complejidad del software, podrán definirse las *Estructuras de Desglose de Recursos* (EDR), las disponibilidades de recursos y las tarifas de recursos, así como también diversos calendarios de recursos.

**Análisis de estimaciones de proyectos semejantes.**

Muchos proyectos constantemente realizan estimaciones para asignar recursos a cada una de las actividades que contemplan. Si el proceso es documentado correctamente dicha información puede ser de mucha utilidad para proyectos similares que transiten por el mismo proceso pudiéndola emplear a modo de plantilla para elaborar sus propias estimaciones, luego documentarlas y quizás hasta posteriormente emplearla como información de partida para las estimaciones a realizar en otro proyecto. Con el transcurso del tiempo inevitablemente aparece una tendencia a mejorar los resultados del análisis de dicha información y por ende las estimaciones. De manera que si el proceso es documentado correctamente y el ciclo se repite nuevamente se tributa a un proceso de mejora continua.

*Salidas*

**Calendario de Recursos. (act.)** *(ver descripción en pág.67)*

**Estructura de Desglose de Recursos. (act.)** *(ver descripción en pág.67)*

**Cronograma de Proyecto(Hitos, Actividades). (act.)** *(ver descripción en pág.59)*

**Solicitud de Cambios.** *(ver descripción en pág.60)*

**Estimación de Tiempo de Actividades**

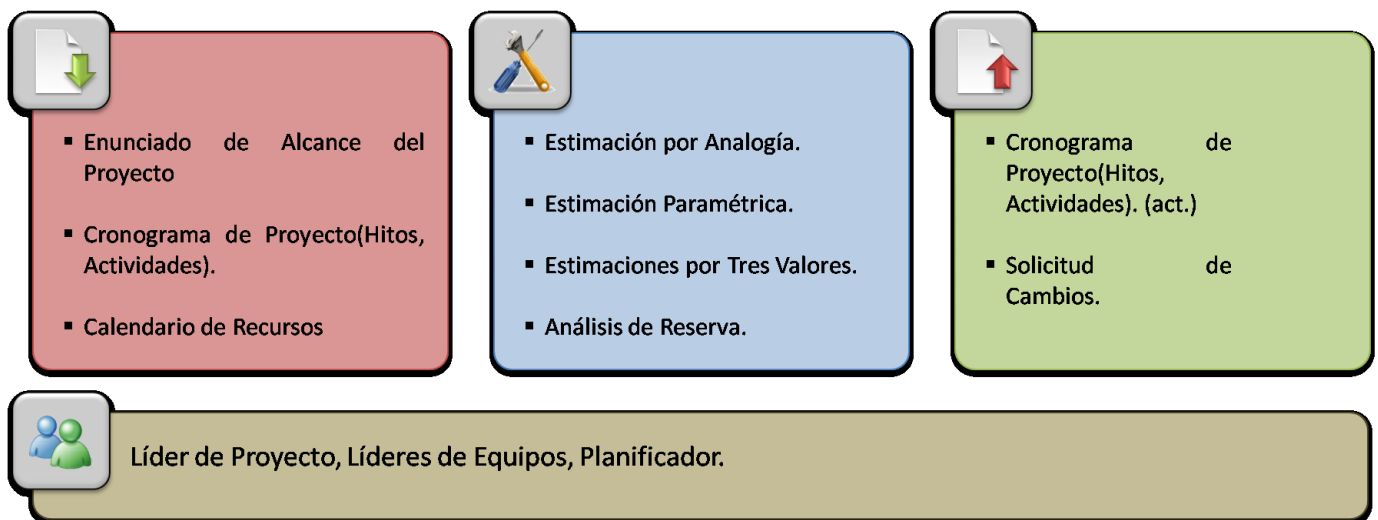


Figura 23. Vista del Proceso: Estimación de duración de actividades.

*Descripción General*

El proceso comienza su ejecución, al igual que los analizados anteriormente, en la *fase de planificación* del proyecto. En principio se ejecuta una sola vez, pero de sufrir modificaciones los atributos de una actividad debe reestimarse el tiempo de duración de esta. Para estimar las duraciones de las actividades del cronograma se utiliza información sobre el alcance del trabajo de la actividad del cronograma, los tipos de recursos necesarios, las cantidades de recursos estimadas y los calendarios de recursos con su disponibilidad. La estimación de la duración se desarrolla de forma gradual, y el proceso evalúa la calidad y disponibilidad de los datos de entrada, los cuales a medida que avanza el proyecto son más detallados y precisos, por tanto la exactitud de las estimaciones de la duración mejora. De esta manera, puede suponerse que la estimación de la duración será cada vez más exacta y de mejor calidad.

El proceso estimación de duración de las actividades consta de una sola actividad en la que se estima por separado la duración de las actividades; la duración total del proyecto se calcula como salida del proceso Desarrollo del Cronograma.

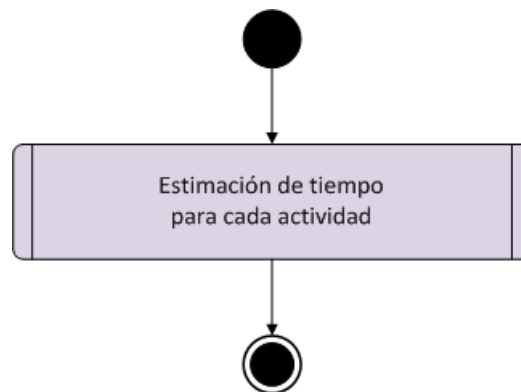


Figura 24. Flujo de trabajo del Proceso: Estimación de duración de actividades.

*Entradas*

**Enunciado del Alcance del Proyecto** (ver descripción en pág. 56)

**Cronograma de Proyecto(Hitos, Actividades) (act.)** (ver descripción en pág.59)

**Calendario de Recursos** (ver descripción en pág.67)

*Actividades*

**Estimación de tiempo para cada actividad**

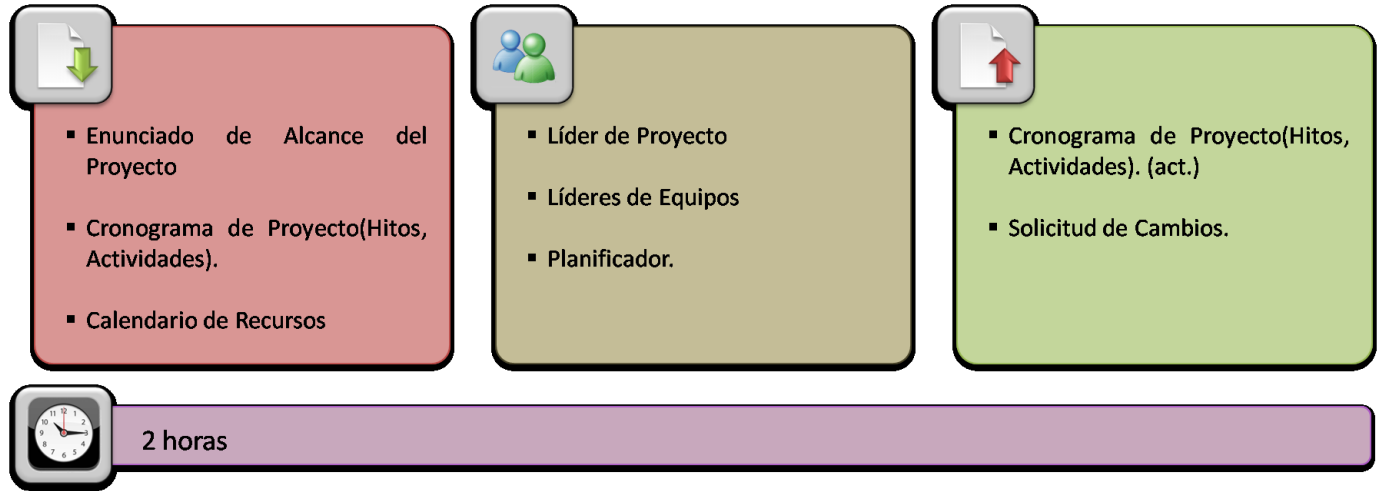


Figura 25. Vista de la actividad: Estimación de tiempo de actividades.

Esta es la única actividad que abarca en su totalidad el proceso homónimo. Este requiere que se estime la cantidad de esfuerzo de trabajo necesario para completar la actividad del cronograma, que se estime la cantidad prevista de recursos necesarios y que se determine la cantidad de períodos laborables necesarios para lograr dicho completamiento. Toda la información que respalda la estimación de duración para cada actividad se documenta en la sección de actividades del *Cronograma de Proyecto*.

*Técnicas y Herramientas*

**Estimación por Analogía**

La estimación de la duración por analogía consiste en calcular la duración de una actividad de un cronograma futuro utilizando como base para la estimación la duración real de una actividad similar del cronograma anterior. Frecuentemente, se usa para estimar la duración del proyecto cuando existe una cantidad limitada de información detallada sobre el proyecto, por ejemplo, en las fases tempranas.

La estimación de la duración por analogía es más fiable cuando las actividades previas son similares de hecho y no sólo en apariencia, y los miembros del equipo del proyecto que preparan las estimaciones tienen la experiencia necesaria.

### Estimaciones por Tres Valores

La precisión de la estimación de la duración de la actividad puede mejorarse teniendo en cuenta la cantidad de riesgo de la estimación original. Las estimaciones por tres valores, conocida también por el nombre de *Estimaciones de tiempo PERT*, se basan en determinar tres tipos de estimaciones:

- *Más probable.* La duración de la actividad del cronograma, teniendo en cuenta los recursos que probablemente serán asignados, su productividad, las expectativas realistas de disponibilidad para la actividad del cronograma, las dependencias de otros participantes y las interrupciones.
- *Optimista.* La duración de la actividad se basa en el mejor escenario posible de lo que se describe en la estimación más probable.
- *Pesimista.* La duración de la actividad se basa en el peor escenario posible de lo que se describe en la estimación más probable.

Se puede elaborar una estimación de la duración de la actividad utilizando un promedio de las tres duraciones estimadas basadas en experiencias ganadas con anterioridad, promedio que con frecuencia suministra una estimación de la duración de la actividad más precisa que la estimación de valor único (8). Las estimaciones realizadas se emplean en el proceso *Desarrollo del Cronograma* para calcular la duración total del proyecto mediante el *Método PERT*.

### Estimación Paramétrica

La estimación de la base para las duraciones de las actividades puede determinarse cuantitativamente multiplicando la cantidad de trabajo a realizar por el coeficiente de productividad.

Por ejemplo, los ratios de productividad en un proyecto de software pueden estimarse por la cantidad de métodos implementados multiplicado por las horas de trabajo por método terminado. Para determinar la duración de la actividad en períodos laborables, las cantidades totales de recursos se multiplican la capacidad de producción por período laborable, y se dividen por la cantidad de recursos que se aplican.

*Diseño de una clase con 6 métodos*

*Coefficiente de productividad de un pintor: 4 métodos/h*

*Duración:  $6/4 = 1.5$  horas de trabajo*

La estimación paramétrica es un método empírico de cuya aplicación no se debe abusar producto a que los coeficientes de productividad son obtenidos a partir del monitoreo de tareas en ambientes localizados sujetos a parámetros locales que no contemplan la aparición de parámetros adicionales.

**Análisis de Reserva.**

La reserva para contingencias es tiempo adicionado al cronograma del proyecto en reconocimiento al riesgo del cronograma, puede ser un porcentaje de la duración estimada de la actividad, una cantidad fija de períodos laborables. Se utiliza de forma total o parcial, se reduce o elimina a medida que se dispone de información más precisa y se documenta en la sección de actividades del *Cronograma de Proyecto*.

*Salidas*

**Cronograma de Proyecto(Hitos, Actividades) (act.)** (ver descripción en pág.59)

**Solicitud de Cambios** (ver descripción en pág.60)

**Desarrollo del Cronograma**

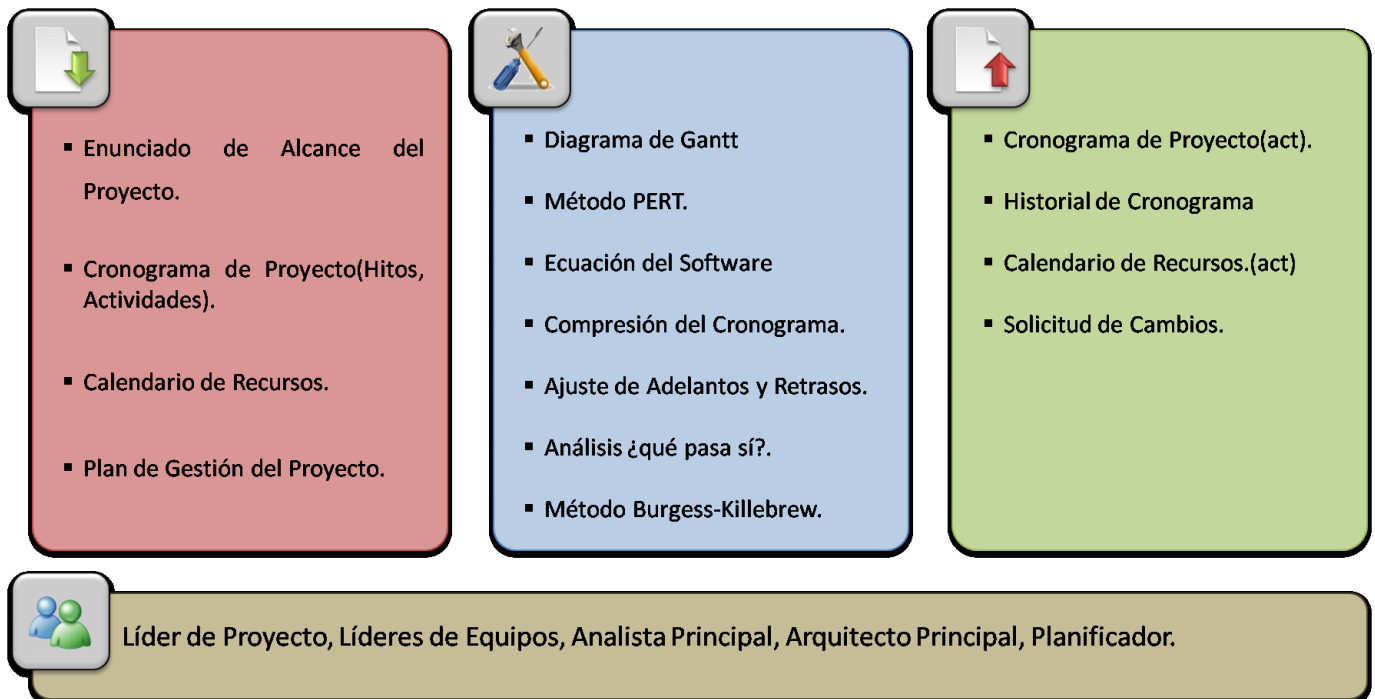


Figura 26. Vista del Proceso: Desarrollo del Cronograma.



*Descripción general*

El *Desarrollo del Cronograma* es un proceso iterativo que se ejecuta durante la mayoría del ciclo de vida del proyecto, comenzando a finales de la *fase de inicio* y teniendo mayor concentración de trabajo en los inicios de cada iteración. Este proceso determina las fechas de inicio y finalización planificadas para las actividades del proyecto; demanda que se revisen y se corrijan las estimaciones de duración y las estimaciones de los recursos para crear un cronograma del proyecto aprobado que pueda servir como línea base con respecto a la cual poder medir el avance.

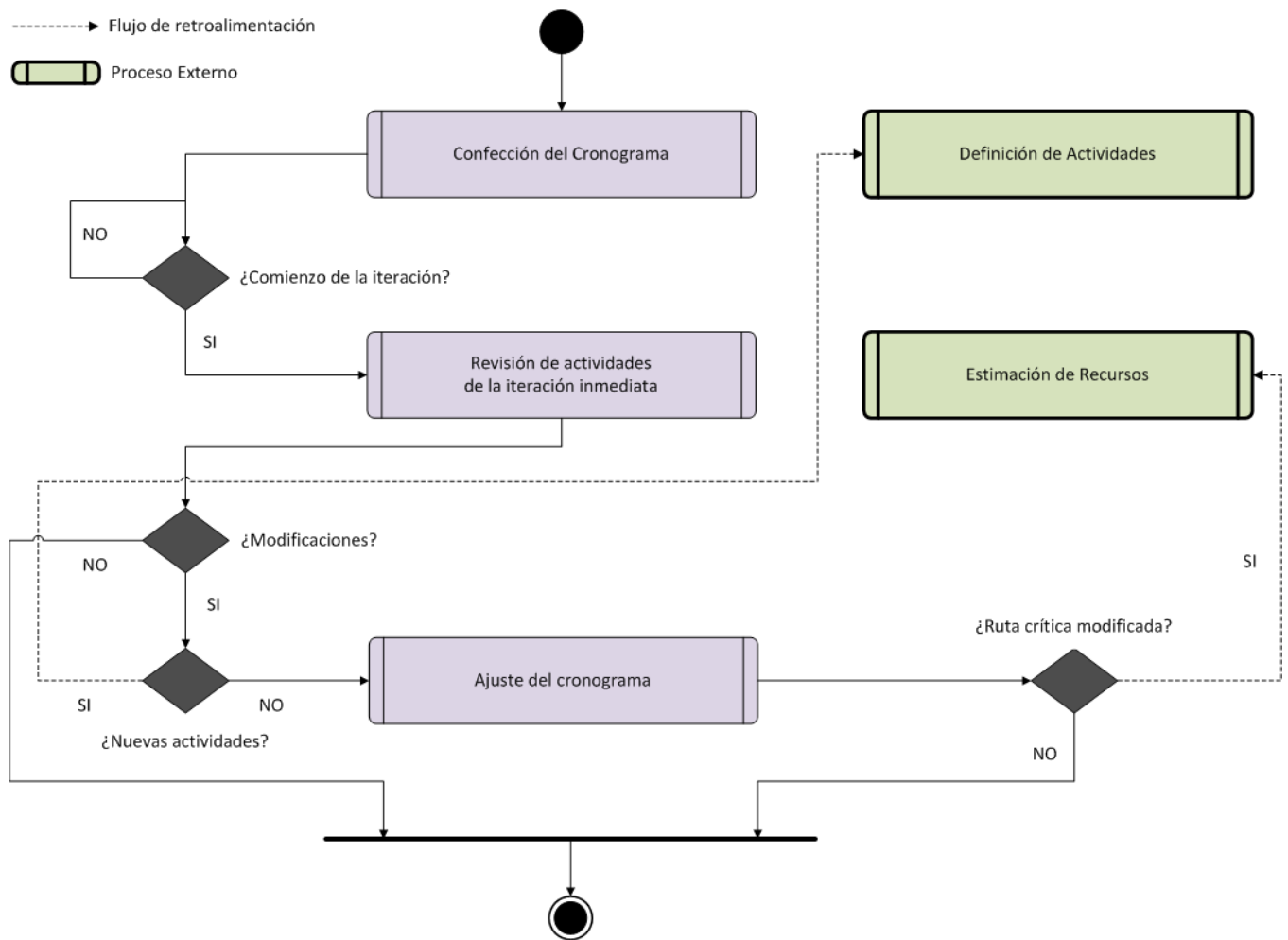


Figura 27. Flujo de trabajo del Proceso: Desarrollo del Cronograma.

A medida que el trabajo avanza, se hacen revisiones periódicas de este especialmente al inicio de una iteración. A menudo, los eventos de riesgo anticipados ocurren o desaparecen al tiempo que se identifican nuevos riesgos provocando ajustes constantes al cronograma, situación que evidencia un solapamiento con el proceso de *Control del Cronograma*, que determina modificaciones al cronograma del proyecto en función de la desviación de este. Frecuentemente ajustar el cronograma implica una nueva iteración al proceso de *Definición de Actividades* cuando se introducen nuevas actividades y por consiguiente se hace necesaria una reestimación del tiempo y de los recursos asignados. Como resultado del *Desarrollo del Cronograma* se actualiza el artefacto con un cronograma de desarrollo, los diagramas de la red y las fechas de inicio y fin de este. Este proceso consta de las actividades presentadas en la Figura 27.

### *Entradas*

**Enunciado de Alcance del Proyecto** (*ver descripción en pág.56*)

**Cronograma de Proyecto (Hitos, Actividades) (act.)** (*ver descripción en pág.59*)

**Calendario de Recursos** (*ver descripción en pág.67*)

### **Plan de Gestión del Proyecto**

Contiene los siguientes planes: gestión de alcance, gestión de costes, gestión de alcance del proyecto, gestión de riesgos y especialmente el *Plan de Gestión del Cronograma*, componentes importantes a tener en cuenta durante la confección del cronograma del proyecto.

### *Actividades*

#### **Confección del Cronograma**

Actividad más significativa de toda la Gestión de Tiempo y en ella deben estar implicados el *Líder de proyecto*, los *Líderes de Equipos* y el *Planificador* como mínimo, aunque es recomendable la presencia de todo el equipo de dirección del proyecto. Para desarrollar la actividad se analiza la red de actividades del cronograma con diversas técnicas analíticas como el método de la *Cadena Crítica*, *Ajustes de adelantos y retrasos*, *Análisis: ¿Qué pasa si?* y *Nivelación de Recursos*, para lograr una secuencia lógica factible de dichas actividades en el cronograma. Los métodos *Ecuación del Software* y *PERT* (que permite determinar además las posibles rutas críticas) haciendo uso de las estimaciones de tiempo para cada

actividad, son empleados en conjunto para estimar con niveles aceptables de precisión la duración total del proyecto así como para computar las fechas de inicio y finalización tempranas y tardías.

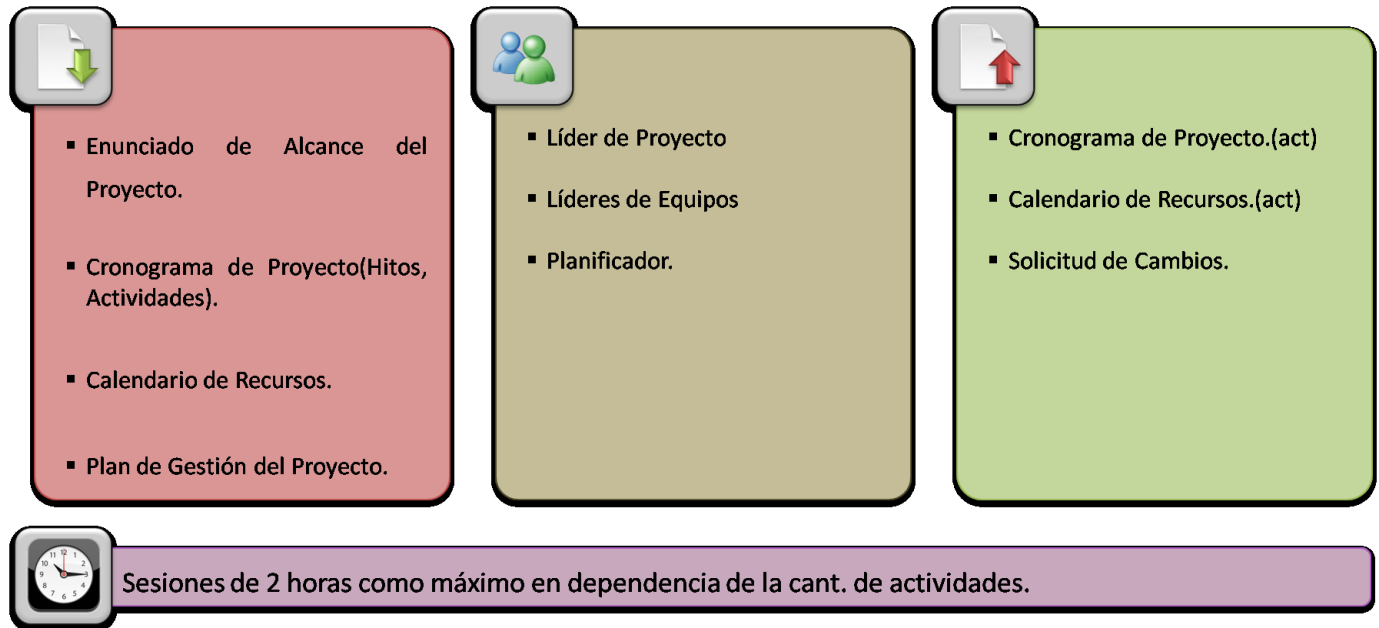


Figura 28. Vista de la actividad: Confección del Cronograma.

Los datos y la información del cronograma se documentan en el *Cronograma de Proyecto* y es recomendable la utilización de un *Software de Planificación* para la gestión de estos.

### Revisión de actividades de la iteración inmediata

El *Líder de proyecto* en conjunto con otros miembros del equipo de dirección sesiona al comienzo de la iteración para hacer una revisión de las actividades con un horizonte de tiempo inmediato. Durante la revisión se analiza cada una de las actividades y sus atributos haciendo especial énfasis en la asignación de recursos; se valora también el posible desglose de las actividades en cuestión poniendo en práctica la técnica de *Planificación Gradual* y en caso de modificación se invoca una nueva iteración del proceso *Definición de actividades*. Es importante resaltar que toda modificación tarde o temprano conlleva un *Ajuste del Cronograma*.

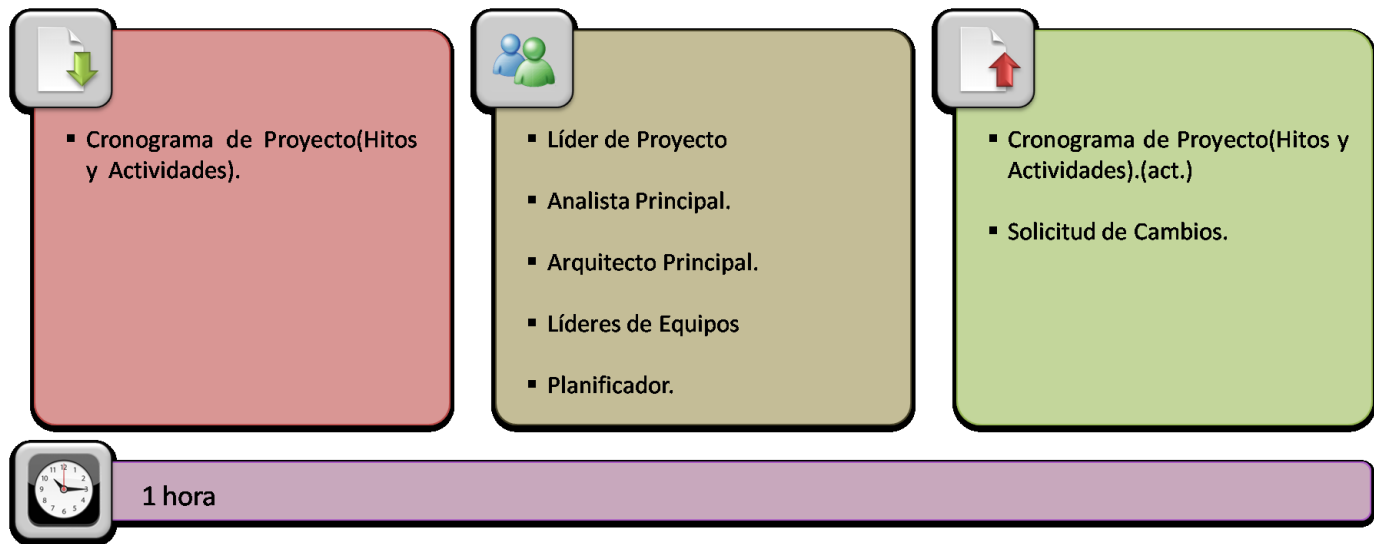


Figura 29. Vista de la Actividad: Detallado de actividades de la iteración inmediata.

### Ajuste del Cronograma

La actividad *Ajuste del Cronograma* es por definición opcional, pero la práctica ha demostrado que no existen cronogramas de proyectos libres del riesgo concreto de sufrir modificaciones. Esta actividad tiene lugar cuando ocurre algún cambio o modificación que afecte la planificación de las actividades del cronograma, generalmente muy asociados a la disponibilidad de recursos para su completamiento, a ajustes en las fechas de inicio/finalización de las actividades y del cronograma, o a la ocurrencia de desviaciones en el cronograma del proyecto. Entonces se hace necesario realizar las correcciones precisas para garantizar la menor cantidad de afectaciones posibles y el completamiento del proyecto lo más cercano posible de la fecha de finalización estimada inicialmente (expectativa del cliente), siendo además la actividad común con el proceso *Control del Cronograma*. El ajuste es una categoría especial de actualizaciones del cronograma del proyecto que genera una nueva línea base del cronograma, para evitar la pérdida de datos históricos se guarda la información original.

Durante el desarrollo del ajuste se emplean las técnicas clásicas empleadas en la *Confeción del Cronograma* y otras como la *Compresión del Cronograma*.

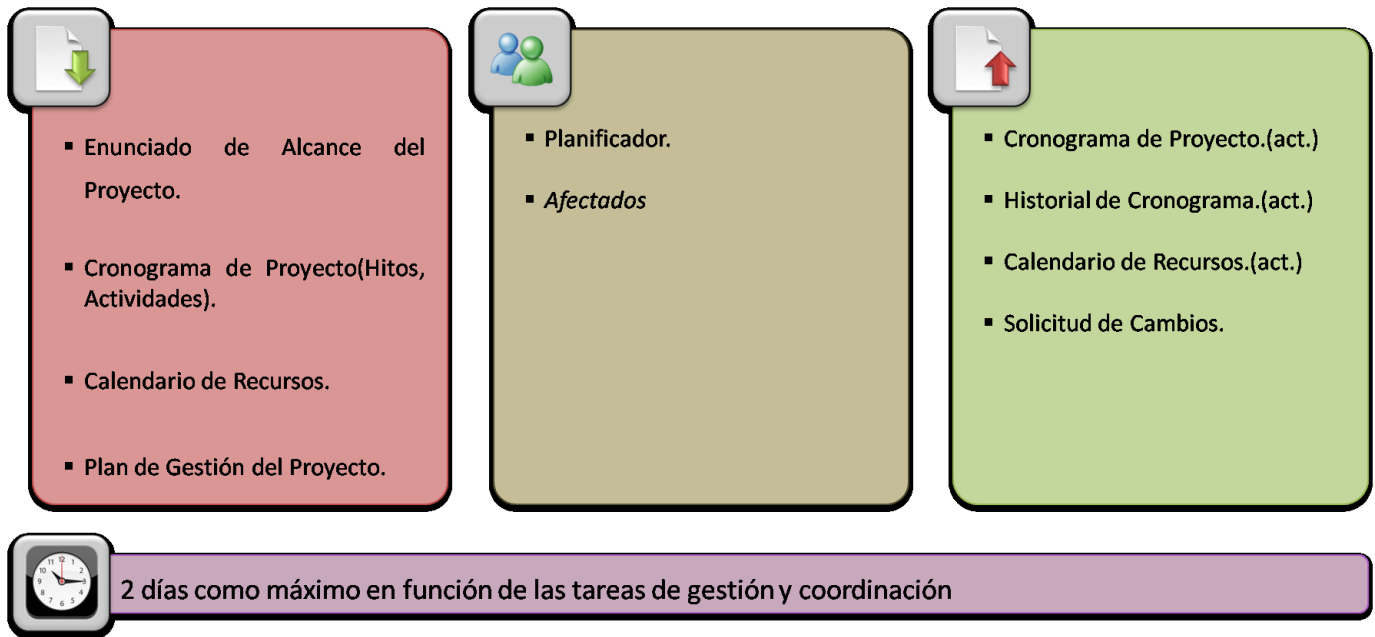


Figura 30. Vista de la actividad: Ajuste del Cronograma.

Existe la posibilidad que durante el *Ajuste del Cronograma* se vea afectada la ruta crítica y sea necesario realizar de nuevo los procesos de estimación, tanto de tiempo como de recursos, lo que inevitablemente provoca invocar nuevamente al proceso de *Estimación de recursos* y continuar posteriormente con la ejecución de la secuencia lógica de procesos pasando por la *Estimación de Tiempo de Actividades* hasta llegar nuevamente al *Desarrollo del Cronograma*. Cualquier modificación al cronograma se registra en el *Historial de Cronograma*.

### Técnicas y Herramientas

#### Diagrama de Gantt

Es un diagrama bidimensional, en cuyo eje vertical se representan las actividades y en el horizontal el tiempo. Las actividades se representan como una barra horizontal, cuyo extremo izquierdo representa la fecha de comienzo de dicha actividad, indicando la longitud su duración.

Este diagrama no proporciona información sobre la secuencia más óptima de actividades, ni sobre el plazo mínimo de ejecución de un determinado proyecto. Tampoco permite identificar cuál es el efecto de un retraso en la finalización de alguna actividad sobre la fecha de finalización del proyecto completo, pero

si ofrece una visión, para los miembros del equipo de desarrollo, de las actividades a desarrollar en una porción del calendario.

### **Método de diagramación PERT**

La Técnica de PERT, es un modelo para la administración y Gestión de Proyectos inventado en 1958 por la Oficina de Proyectos Especiales de la Marina de Guerra del Departamento de Defensa de los EE. UU. (24) Es básicamente un método probabilístico para analizar las tareas involucradas en completar un proyecto dado, especialmente el tiempo para completar cada tarea e identificar el tiempo mínimo necesario para completar el proyecto total, facilitando además determinar las rutas críticas. Su utilización es más acertada cuando hay un grado extremo de incertidumbre y cuando el control sobre el tiempo es más importante sobre el control del costo. (25)

PERT supone que la duración de cada actividad es una variable aleatoria. Para cada actividad, se requiere estimar las siguientes cantidades:

- a = Tiempo Optimista. Duración de la actividad bajo las condiciones más favorables
- b = Tiempo Pesimista. Duración de la actividad bajo las condiciones más desfavorables
- m = Tiempo Normal. El valor más probable de la duración de la actividad.

El tiempo más probable es el tiempo requerido para completar la actividad bajo condiciones normales. Los tiempos optimistas y pesimistas proporcionan una medida de la incertidumbre inherente en la actividad, incluyendo desperfectos en el equipo, disponibilidad de mano de obra, retardo en los materiales y otros factores.

Con la distribución definida, la media (esperada) y la desviación estándar, respectivamente, del tiempo de la actividad para la actividad Z puede calcularse por medio de las fórmulas de aproximación.

$$T_e(Z) = \frac{a + 4m + b}{6}$$

$$\sigma(Z) = \frac{b - a}{6}$$

El tiempo esperado de finalización de un proyecto es la suma de todos los tiempos esperados de las actividades sobre la ruta crítica. De modo similar, suponiendo que las distribuciones de los tiempos de las actividades son independientes, la varianza del proyecto es la suma de las varianzas de las actividades en la ruta crítica. (24)

La aplicación del método se compone de los siguientes pasos:

1. *Identificación de actividades y sus relaciones de precedencia:* Las actividades son las tareas requeridas para terminar el proyecto. Los precedentes son los acontecimientos que marcan el principio y el final de una o más actividades. Es provechoso enumerar las tareas en una tabla que en pasos posteriores se pueda ampliar para incluir la información sobre secuencia y duración.
2. *Secuenciación de la actividad:* Este paso se puede combinar con el paso de la identificación de la actividad puesto que la secuencia de la actividad es evidente para algunas tareas. Otras tareas pueden requerir más análisis para determinar el orden exacto en la cual deben ser realizadas
3. *Construcción del diagrama de red:* Usando la información de la secuencia de la actividad, un diagrama de la red se puede dibujar demostrando la secuencia de actividades seriales y paralelas.
4. *Estimación de tiempos de las actividades:* Para cada actividad, se requiere estimar las siguientes cantidades:
  - a = Tiempo Optimista. El que representa el tiempo mínimo posible sin importar el costo o cuantía de elementos materiales y humanos que se requieran; es simplemente la posibilidad física de realizar la actividad en el menor tiempo
  - b = Tiempo Pesimista. Es un tiempo excepcionalmente grande que pudiera presentarse ocasionalmente como consecuencia de accidentes, falta de suministros, retardos involuntarios, causas no previstas, etc.
  - m = Tiempo Normal. El valor más probable de la duración de la actividad, basado en la experiencia personal del informador.

Si  $T_{ij}$  es la variable aleatoria asociada a la duración de la actividad (i; j), PERT asume que  $T_{ij}$  sigue una distribución Beta. Sin entrar en mayores detalles de esta distribución, se puede demostrar que el valor esperado y la varianza de la variable aleatoria  $T_{ij}$  quedan definidas por:

$$E[T_{ij}] = \frac{a + 4m + b}{6}$$

$$V[T_{ij}] = \frac{(b - a)^2}{36}$$

En PERT se asume además que la duración de las actividades es independiente. Por lo tanto, el valor esperado y la varianza de una ruta pueden ser estimadas según:

$$\sum_{(ij \in \text{Ruta})} [T_{ij}] = \text{Duración esperada de la ruta}$$

$$\sum_{(ij \in \text{Ruta})} [V_{ij}] = \text{Variación de la duración de la ruta}$$

5. *Determinación de la trayectoria crítica:* La trayectoria crítica es determinada agregando los tiempos para las actividades en cada secuencia y determinando la trayectoria más larga del proyecto. La trayectoria crítica determina el tiempo total del calendario requerido para el proyecto. Si las actividades fuera de la trayectoria crítica aceleran o retrasaron el tiempo (dentro de los límites), entonces el tiempo total de proyecto no varía, la cantidad del tiempo que una actividad no crítica de la trayectoria sin alterar la duración del proyecto se denomina como tiempo flojo.

Si la trayectoria crítica del proyecto no resulta obvia, entonces puede ser provechoso determinar las cuatro cantidades siguientes para cada actividad:

- **ES:** Principio temprano.
- **EF:** principio tardío.
- **LS:** terminación temprana.



- **LF**: terminación tardía.

Se calculan los tiempos usando la época prevista para las actividades relevantes. Los tiempos más recientes del comienzo y del final de cada actividad son determinados trabajando adelante a través de la red y determinando el tiempo más anticipado en el cual una actividad puede comenzar y acabar a considerar sus actividades del precursor. Los tiempos más últimos del comienzo y del final son los tiempos más atrasados en los que una actividad puede comenzar y acabar sin variar el proyecto. El **LS** y el **LF** son encontrados trabajando al revés a través de la red. La diferencia en el final más último y más temprano de cada actividad es la holgura de esa actividad. La trayectoria crítica entonces es la trayectoria a través de la red en la cual ningunas de las actividades tienen holgura.

La variación en el tiempo de la terminación del proyecto puede ser calculada sumando las variaciones en los tiempos de la terminación de las actividades en la trayectoria crítica. Dado esta variación, se puede calcular la probabilidad que el proyecto será terminado en la fecha determinada asumiendo una distribución normal de la probabilidad para la trayectoria crítica. (24) (25)

Sea  $CP$  la variable aleatoria asociada a la duración total de las actividades de la ruta crítica determinadas mediante CPM. PERT asume que la ruta crítica encontrada a través de CPM contiene suficientes actividades para emplear el Teorema Central del Límite y concluir que  $CP$  se distribuye normalmente.

$$CP = \sum_{(ij \in Ruta)} [T_{ij}]$$

Puesto que la trayectoria crítica determina la fecha de la terminación del proyecto, el proyecto puede ser acelerado agregando los recursos requeridos para disminuir la época para las actividades en la trayectoria crítica.

### **Método Burgess-Killebrew para nivelación de recursos**

La nivelación de recursos es una técnica de análisis de la red del cronograma aplicada a un modelo de cronograma analizado previamente por medio del método del camino crítico. La nivelación de recursos se usa para abordar las actividades del cronograma que deben realizarse para cumplir con fechas de entrega determinadas, para abordar situaciones en las que se dispone de recursos compartidos o críticos

necesarios sólo en ciertos momentos o en cantidades limitadas, o para mantener el uso de recursos seleccionados a un nivel constante durante períodos específicos del trabajo del proyecto. Este enfoque de nivelación del uso de recursos puede hacer que cambie el camino crítico original. (8) (26)

Los norteamericanos A. R. Burgess y J. B. Killebrew dan un enfoque sistemático al problema de nivelación. En (27) presentan un método en serie cuyas bases se condensan en el siguiente postulado:

*"La eficacia en la asignación de un recurso determinado, en función de una distribución ideal, varía en sentido inverso a la suma —obtenida en cada unidad de tiempo, del principio al fin del proyecto— de los cuadrados de las diferencias entre las cargas totales que corresponden a las dos asignaciones." (28)*

Partiendo de un proyecto con tareas programadas a una intensidad constante, el algoritmo de Burgess-Killebrew intenta establecer una curva de carga tan uniforme como sea posible. Para ello, y dado que la carga media no varía por el hecho de que una tarea se haya adelantado- o retrasado, es preciso minimizar la variancia de la carga. Esto se consigue minimizando la suma total de los cuadrados de las cargas de cada período de tiempo. (29)

Se comienza por elaborar el instrumento convencional de representación del proyecto: el grafo. A continuación, se establecen los calendarios de comienzo de actividades en sus fechas más tempranas o más tardías, en forma de diagramas de Gantt. Para ello, se parte de un listado en el cual se relacionan las tareas del proyecto, siguiendo un criterio determinado en el orden de precedencias.

Luego se ejecuta los siguientes pasos:

1. Comenzar por el final del listado de tareas y tomar la primera actividad que posea margen disponible. La tarea se desplaza hacia la derecha, unidad por unidad de tiempo, determinando, cada vez, el efecto obtenido en la suma de cuadrados de carga.
2. Determinar, de todas las posiciones posibles de la tarea estudiada, aquella que, sin rebasar el margen disponible, totalice el valor más bajo en la suma de los cuadrados de carga. A valores iguales, se tomará aquel que sitúe la tarea lo más a la derecha posible. Corregir las "fechas límite" de terminación de las tareas precedentes a la examinada que hayan sido afectadas por el cambio. Esto será facilitado por el orden elegido al situar las actividades en el gráfico de Gantt.

3. Habiendo así encontrado para esta primera tarea una posición óptima, remontando la lista se pasa a la tarea más inmediata que disponga de margen. Esta tarea se somete a un tratamiento semejante al descrito para su antecesora, es decir, se desplaza hacia la derecha hasta el límite permitido por su margen, de forma que su ajuste represente una carga mínima.

El proceso descrito se sigue con las demás tareas hasta llegar a la primera de la lista. De esta forma es imposible llegar a una tarea sin haber examinado previamente todas las que le siguen.

El criterio de desplazar lo más a la derecha posible las tareas pretende dejar el mayor margen posible para su ajuste a las tareas precedentes.

4. Cuando se acaba el ciclo de cálculos se vuelve a comenzar de nuevo el proceso. Para ello se puede comenzar por el principio o por el final de la lista. Se finalizará cuando, tras un ciclo, ya no sea posible disminuir el valor del último criterio y se haya alcanzado un alisado satisfactorio.

Dado que el algoritmo es heurístico, resulta imposible saber si se ha logrado un alisado óptimo, a no ser que se haya alcanzado una nivelación uniforme. Por otra parte, es necesario tener en cuenta que el nivel de disponibilidades no debe ser rebasado. Si lo fuera, será preciso probar otras colocaciones, partiendo de distintas secuencias de actividades al comenzar el proceso iterativo. Se pueden obtener distintos resultados partiendo de un gran número de ordenaciones de tareas.

El algoritmo de Burgess-Killebrew es muy sencillo. Para redes reducidas puede ser aplicado a mano o utilizando calculadoras convencionales de oficina. Sin embargo, para los problemas complejos se impone necesariamente el empleo de un ordenador electrónico. Esto no es un problema difícil, ya que Burgess y Killebrew han elaborado el programa de ordenador para su algoritmo. (27)

Fundamentalmente el algoritmo es aplicable para el caso de un solo recurso; pero también podría ser empleado para varios. El inconveniente estriba en que el alisado de un recurso suele destruir, frecuentemente, el alisado de otro. De cualquier forma, el principio general de aplicación del algoritmo es estudiar por orden prioritario, si se puede establecer, el nivelado de los distintos recursos. También puede que sea posible establecer algún otro tipo de relación entre el recurso principal y los demás, en cuyo caso el alisado se intenta para bloques de recursos, cual si se tratara de uno solo. (30)

### La Ecuación del Software

La Ecuación del Software (31) es clasificada como un método de estimación empírico; emplea un modelo multivariable dinámico que asume una distribución específica del esfuerzo a lo largo de la vida de un proyecto de desarrollo de software. El modelo se ha obtenido a partir de los datos de productividad para unos 4.000 proyectos actuales de software, un modelo de estimación tiene esta forma:

$$E = \left[ LDC \times \frac{B^{0.3333}}{P} \right]^3 \times \left( \frac{1}{t^4} \right) \quad (1)$$

*E*: esfuerzo en personas-mes o personas-año,

*LDC*: líneas de código,

*t*: duración del proyecto en meses o años,

*B*: factor especial de destrezas<sup>18</sup>,

*P*: parámetro de productividad que refleja:

- Madurez global del proceso y de las prácticas de gestión.
- La amplitud hasta donde se utilizan correctamente las normas de la ingeniería del software.
- El nivel de los lenguajes de programación utilizados. El estado del entorno del software.
- Las habilidades y la experiencia del equipo del software.
- La complejidad de la aplicación.

Los valores típicos para el desarrollo del software empotrado en tiempo real podrían ser  $P = 2.000$ ;  $P = 10.000$  para telecomunicaciones y software de sistemas; y  $P = 28.000$  para aplicaciones comerciales de sistemas. El parámetro de productividad se puede extraer para las condiciones locales mediante datos históricos recopilados de esfuerzos de desarrollo pasados.

<sup>18</sup> *B se incrementa lentamente a medida que crecen la necesidad de integración, pruebas, garantía de calidad, documentación y habilidad obtenerse de gestión. Para programas pequeños (KLDC = 5 a 15), B = 0,16. Para programas mayores de 70 KLDC, B = 0,39.*

Es importante señalar que la ecuación del software tiene dos parámetros independientes:

- (1) estimación del tamaño (en LDC)
- (2) indicación de la duración del proyecto en meses o años.

Para simplificar el proceso de estimación y utilizar una forma más común para su modelo de estimación, se sugieren un conjunto de ecuaciones obtenidas de la ecuación del software. Un tiempo mínimo de desarrollo se define como:

$$t_{min} = 8,14(33200/12000)^{0,43} \text{ en meses para } t_{min} > 6 \text{ meses} \quad (2a)$$

$$E = 180Bt^3 \text{ en personas-mes para } E \geq 20 \text{ personas-mes} \quad (2b)$$

Se considera que la ecuación (2b) se representa en años.

Estadísticamente los resultados de la ecuación del software se corresponden favorablemente con las estimaciones desarrolladas por otros métodos de estimación basados en técnicas de descomposición. La ecuación del software ha evolucionado durante la década pasada, pudiéndose encontrar un estudio de la versión extendida de este enfoque de estimación en (32).

### **Análisis: “¿Qué pasa si...?”**

Este es un análisis de la pregunta *¿Qué pasa si se produce la situación representada por el escenario “X”?*. Un análisis de la red del cronograma se realiza usando el modelo de cronograma para calcular diferentes escenarios, tales como la demora en la entrega de uno de los principales componentes, la ampliación de la duración de un diseño específico o la aparición de factores externos, como una huelga o un cambio en el proceso de permisos. Los resultados del *Análisis: ¿Qué pasa si...?* pueden usarse para evaluar la viabilidad del cronograma del proyecto en condiciones adversas, y preparar los planes de contingencia y respuesta para superar o mitigar el impacto de situaciones inesperadas. Para esto se puede emplear una técnica de *Análisis mediante árbol de decisiones*.

### **Análisis mediante árbol de decisiones**

El análisis mediante árbol de decisiones normalmente se estructura usando un diagrama de árbol de decisiones correspondiente a cada alternativa, cuando todas las recompensas y las decisiones

subsiguientes son cuantificadas. Un árbol de decisiones describe una situación que se está considerando, y las implicaciones de cada una de las opciones disponibles y los posibles escenarios. Incorpora el coste de cada opción disponible, las probabilidades de cada escenario posible y las recompensas de cada camino lógico alternativo. Al resolver el árbol de decisiones se obtiene el valor monetario esperado u otra medida de interés para la organización correspondiente a cada alternativa, cuando todas las recompensas y las decisiones subsiguientes son cuantificadas. (8)

La técnica de árboles de decisión consiste básicamente en los siguientes pasos: (33)

1. Construcción del árbol de decisión: Para la construcción del árbol es necesario considerar las diferentes alternativas o cursos de acción y los posibles eventos asociados a cada curso de acción. En la construcción de este árbol un recuadro significa un punto de decisión, es decir, en ese punto un curso de acción (el más adecuado) debe ser seleccionado y un círculo representa los posibles eventos asociados a un curso de acción, o sea un punto de incertidumbre.

Comenzando por los recuadros de una nueva decisión en el diagrama, se pueden dibujar líneas que salgan representando las opciones que podemos seleccionar. Desde los círculos se deben dibujar líneas que representen las posibles consecuencias. Se debe hacer una pequeña inscripción sobre las líneas que digan que significan, y se continúa realizando esto hasta que tengamos dibujado tantas consecuencias y decisiones como sea posible ver asociadas a la decisión original.

2. Cálculo de los valores de las hojas de los árboles
3. Cálculo del valor de los nodos de incertidumbre
4. Cálculo del valor de los nodos de decisión
5. Resolución del árbol de decisión: Se utiliza la técnica de solución *rollback procedure*<sup>19</sup>. (34) Se comienza en los extremos de las ramas del árbol de decisión y se marcha hacia atrás hasta alcanzar el nodo inicial de decisión. A través del recorrido, se deben de utilizar las siguientes reglas:

---

<sup>19</sup> *procedimiento de regresión*

- a) Si el nodo es un nodo de incertidumbre (círculo), se obtiene el valor esperado de los eventos asociados a ese nodo.
- b) Si el nodo es un nodo de decisión (recuadro), entonces se selecciona la alternativa que maximiza o minimiza los resultados que están a la derecha de ese nodo.

### **Compresión del Cronograma**

La compresión del cronograma acorta el cronograma del proyecto sin modificar el alcance del proyecto, para cumplir con las restricciones del cronograma, las fechas impuestas u otros objetivos del cronograma. Las técnicas de compresión del cronograma incluyen:

- *Intensificación.* La técnica de compresión del cronograma en la cual se analizan las concesiones de coste y cronograma para determinar cómo obtener la mayor compresión con el mínimo incremento de coste. La intensificación no siempre produce una alternativa viable y puede ocasionar un incremento de costes.
- *Ejecución rápida.* Una técnica de compresión del cronograma en la cual las fases o actividades que normalmente se realizarían de forma secuencial, se realizan en paralelo. Un ejemplo de ello sería construir los cimientos de un edificio antes de finalizar todos los planos de arquitectura. La ejecución rápida puede dar como resultado un reproceso y aumento del riesgo. Este enfoque puede requerir que el trabajo se realice sin información detallada completa, como por ejemplo los planos de ingeniería. Dando como resultado sacrificar coste por tiempo, y aumenta el riesgo de lograr el cronograma acortado del proyecto. (8)

### **Ajustes de Adelantos y Retrasos**

Consiste en la revisión, y ajuste en caso de ser necesario, de los tiempo de adelanto y retraso introducidos mediante la técnica *Aplicación de adelantos y retrasos*

durante el proceso de Secuenciación de Actividades.

**Planificación Gradual** (*ver descripción en pág.58*)

*Salidas*

**Historial de Cronograma**

En el *Historial de Cronograma* (ver “Anexo III: Descripción del Historial de Cronograma” para descripción detallada) se documentan principalmente cada uno de los estados por los que transita el cronograma cada vez que se realiza una modificación o ajuste a este. En él se registra la información relativa al monitoreo constante sobre el cronograma, así como datos relativos a la desviación de este y los resultados de las métricas que le son aplicadas. Es el principal artefacto para la consulta de información histórica y de experiencias anteriores en otros proyectos.

**Cronograma de Proyecto (act.)** (ver descripción en pág.59)

**Calendario de Recursos (act.)** (ver descripción en pág.67)

**Solicitud de Cambios** (ver descripción en pág.60)

**Control del Cronograma**

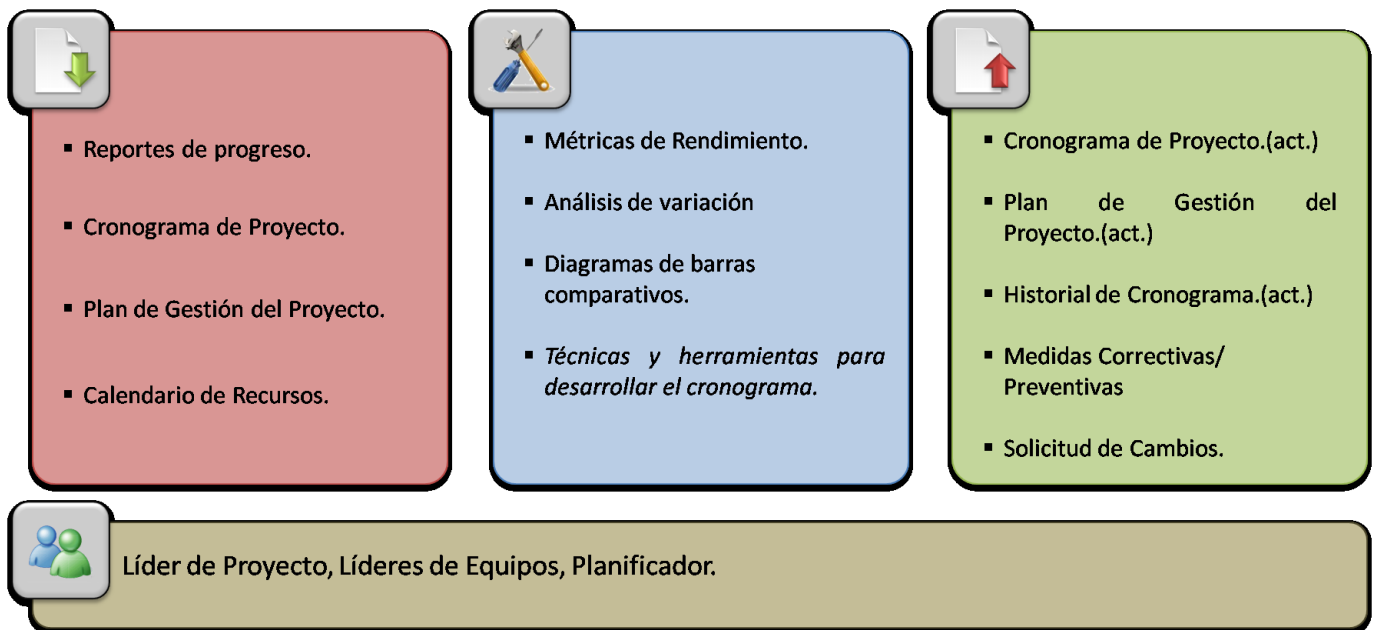


Figura 31. Vista del Proceso: Control del Cronograma.

Es el segundo proceso más importante de la Gestión de Tiempo; su función es determinar el estado actual del cronograma proyecto, como influir sobre los factores que generan modificaciones en el cronograma y gestionar los cambios reales sobre el cronograma. Todo en la Gestión de Tiempo se controla constantemente, es por eso que este proceso se ejecuta durante casi todo el ciclo de vida del proceso



comenzando en la *fase de planificación* una vez que se confecciona el cronograma y concluyendo en la *fase de cierre*.

Durante el proceso contantemente se interactúa con el *Cronograma de Proyecto* según los lineamientos definidos en el *Plan de* definidos en el *Plan de Gestión del Cronograma* y ante la aparición de desviaciones en este se administran las medidas administran las medidas necesarias para su corrección según formato definido en las *Medidas Correctivas/Preventivas*. El *Correctivas/Preventivas*. El proceso de *Control del Cronograma* comienza su ejecución en la *fase de planificación* y continua *planificación* y continua durante las *fases de ejecución y control*, incrementándose su actividad en esta última; está constituido última; está constituido por cinco actividades que aparecen en la

Figura 32 y depende ampliamente de una correcta implementación del *Sistema de Control de Cambios*, una fiel herramienta a emplear cada vez que sea necesaria una modificación del Cronograma.

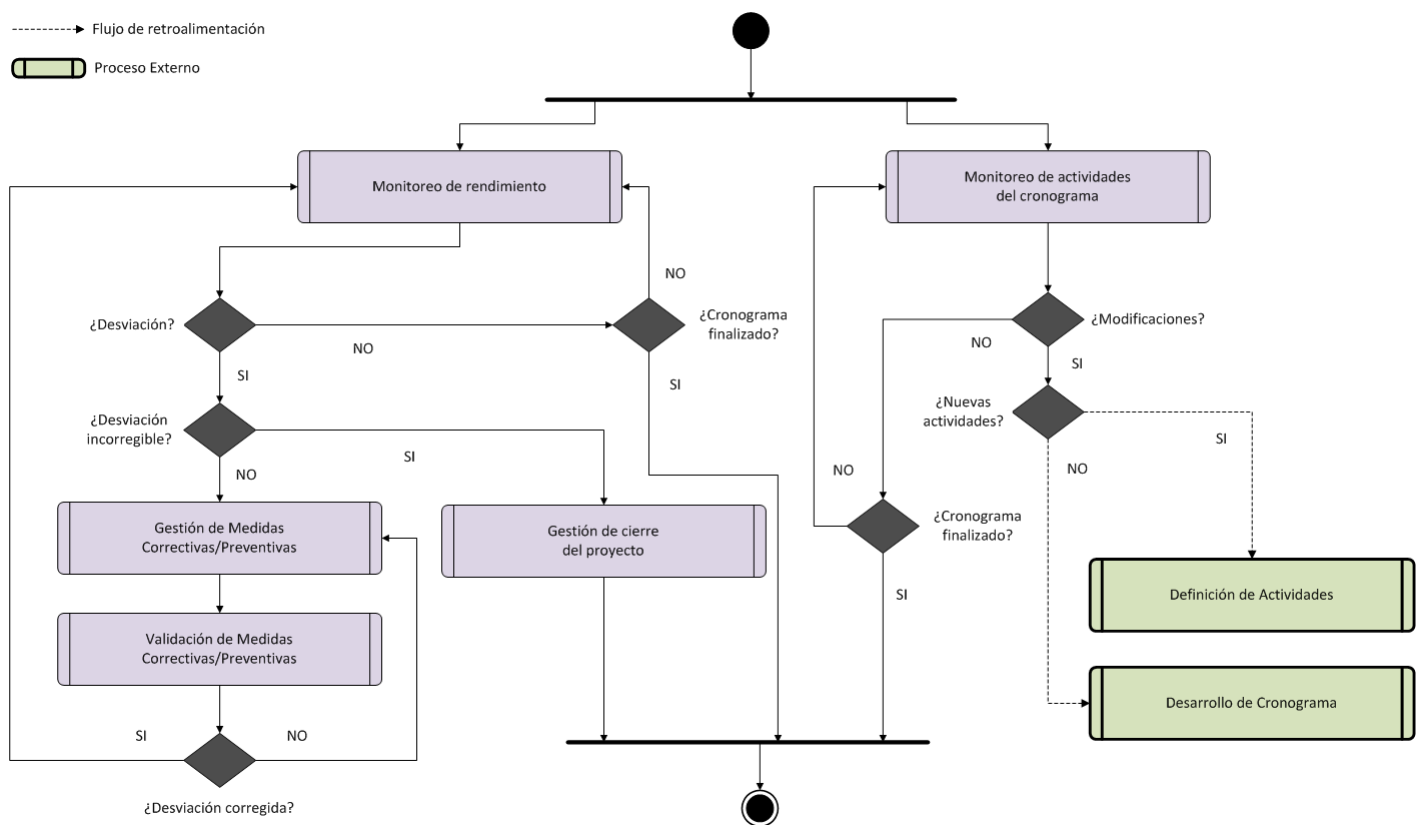


Figura 32. Flujo de Actividades del Proceso: Control del Cronograma.

*Entradas*

**Cronograma de Proyecto** (ver descripción en pág.59)

**Plan de Gestión del Proyecto** (ver descripción en pág.76)

**Calendario de Recursos** (ver descripción en pág.67)

**Reportes de Progreso**

Los reportes de progreso y el estado actual del cronograma incluyen información sobre las fechas de inicio y finalización reales, y las duraciones restantes para las actividades del cronograma no completadas. Estos constituyen los datos de entrada para la obtención de métricas sobre el estado y avance del proyecto.

*Actividades*

**Monitoreo de Rendimiento**

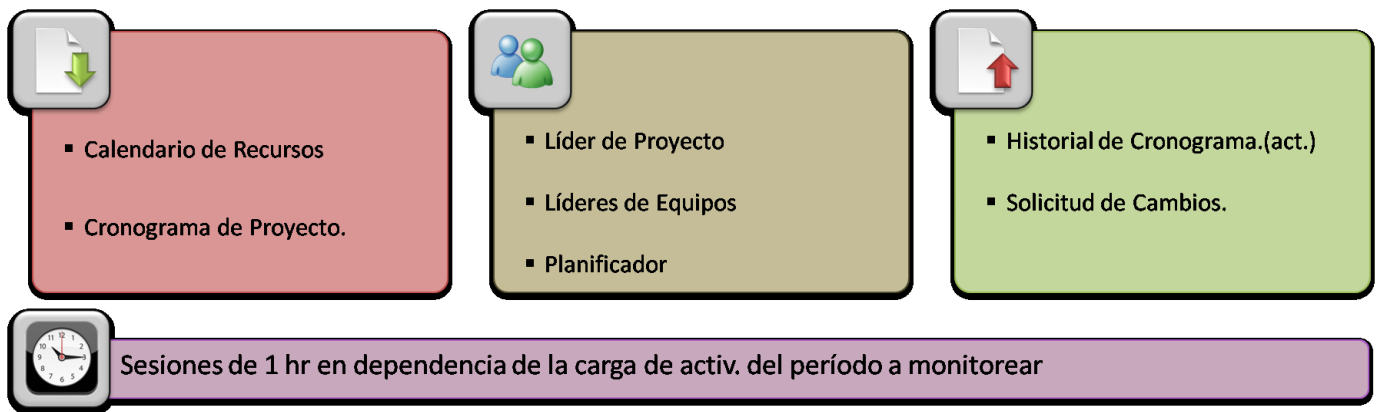


Figura 33. Vista de la Actividad: Monitoreo de Rendimiento.

La actividad verifica constantemente el rendimiento y avance del proyecto mediante la *Medición del Rendimiento* y el *Análisis de la variación*, que se apoya en un conjunto de métricas calculables a partir de los datos recopilados en los *Reportes de Progreso*. El monitoreo se debe ejecutar constantemente durante el ciclo de vida del proyecto y para eso es recomendable medir el rendimiento y avance del proyecto como mínimo semanalmente. En la presente actividad reside la responsabilidad de identificar las desviaciones del cronograma del proyecto para posteriormente darle un tratamiento, ya sea correctivo o preventivo. Intervienen en ella el *Planificador* y los *Líderes de Equipos*. La información del progreso del

proyecto que incluye los resultados de las métricas aplicadas, la desviación del proyecto y los datos relativos a esta se documentan en el *Historial de Cronograma*. Si la desviación del proyecto es sustancial y se sale de los valores pronosticados es necesario realizar *Gestión de Medidas Correctivas*.

### Monitoreo de actividades del cronograma

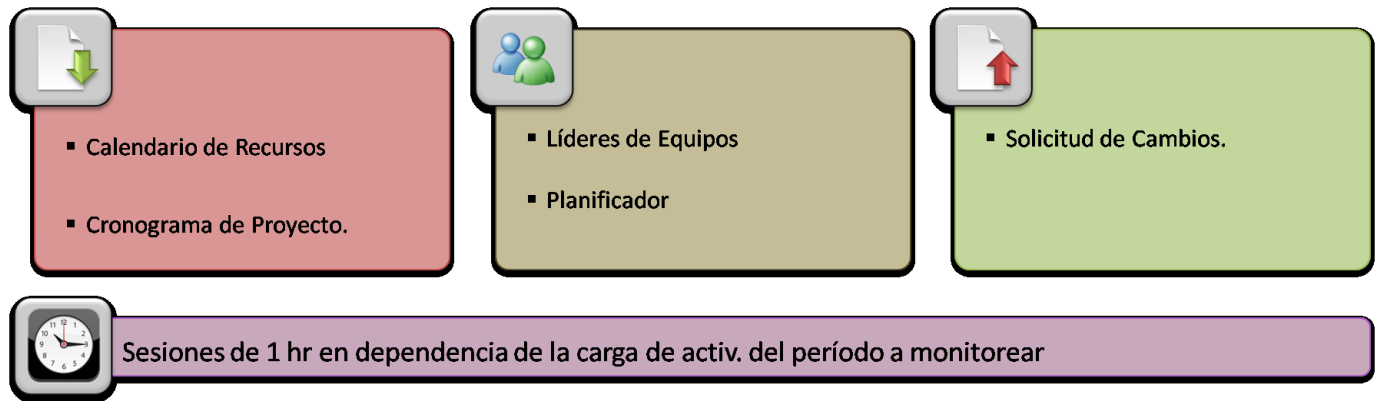


Figura 34. Vista de la Actividad Monitoreo de actividades del cronograma.

Durante la ejecución de esta actividad se verifica periódicamente las actividades del cronograma haciendo especial énfasis en la asignación de recursos y en la posible aparición de nuevas actividades. Su principal objetivo es prevenir cualquier dificultad que pueda afectar el cumplimiento del cronograma en tiempo y forma durante, como por ejemplo cambios en la disponibilidad de recursos que provoquen la explotación compartida de estos, para así garantizar posteriormente ajustes profilácticos del cronograma en orden de minimizar las afectaciones a este.

La ejecución de la actividad involucra al *Planificador* y a los *Líderes de Equipos* y esta debe tener lugar al menos una vez a la semana y recomendablemente al comienzo. Ante cualquier modificación detectada se realiza la actividad *Ajuste del Cronograma* propuesta en el proceso *Desarrollo de Cronograma* o se definen nuevas actividades invocando al proceso *Definición de actividades* y se continúa con todo el flujo lógico de procesos hasta ajustar el cronograma.

### Gestión de Medidas Correctivas/Preventivas

Es la actividad encargada de administrar las medidas correctivas/preventivas necesarias para garantizar la correcta ejecución del cronograma una vez ocurrida una o varias desviaciones. Para ello a partir del

análisis de las desviaciones ocurridas sesionan los *Líderes de Equipos* implicados, el *Planificador* y el *Líder de proyecto*, este último en dependencia de la gravedad de la desviación, para determinar las medidas necesarias para corregirla y/o prevenir desviaciones mayores. Las medidas se documentan en el formato propuesto en el artefacto *Medidas Correctivas/Preventivas*.

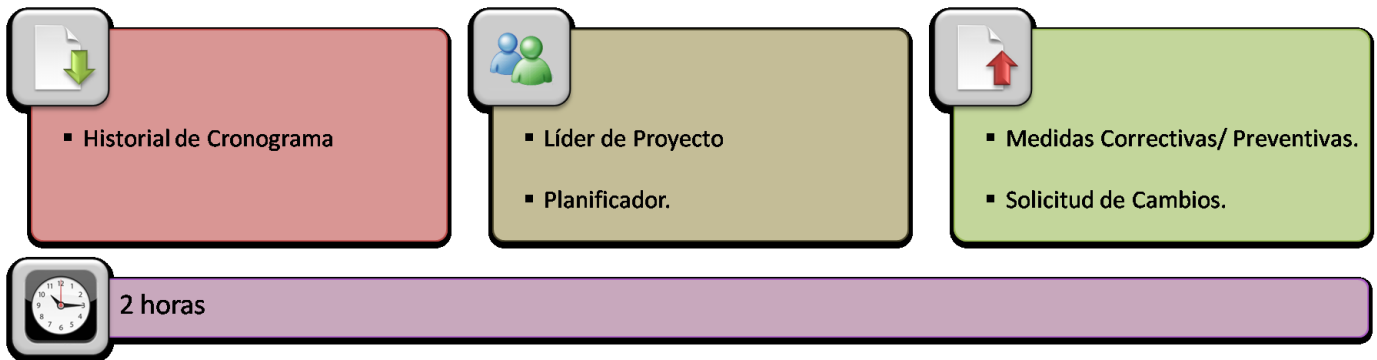


Figura 35. Vista de la Actividad: Gestión de Medidas Correctivas/Preventivas.

### Validación de Medidas Correctivas/Preventivas

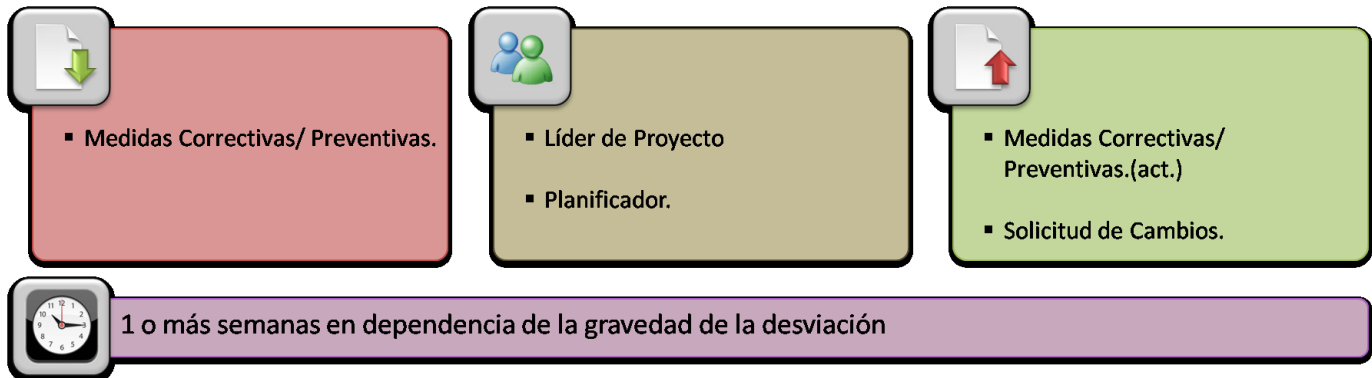


Figura 36. Vista de la Actividad: Validación de Medidas Correctivas/Preventivas.

La *Validación de las Medidas Correctivas/Preventivas* es una actividad simple pero de suma importancia cuya función principal es supervisar la correcta ejecución de dichas medidas bajo las condiciones necesarias y suficientes y que corrijan las respectivas situaciones. Se involucra únicamente al *Planificador*, quién evalúa durante un período de tiempo preestablecido y adecuado la efectividad de las

medidas. De no cumplir las medidas con sus objetivos se gestionan entonces nuevas medidas para corregir o prevenir las desviaciones.

### Gestión de Cierre del Proyecto

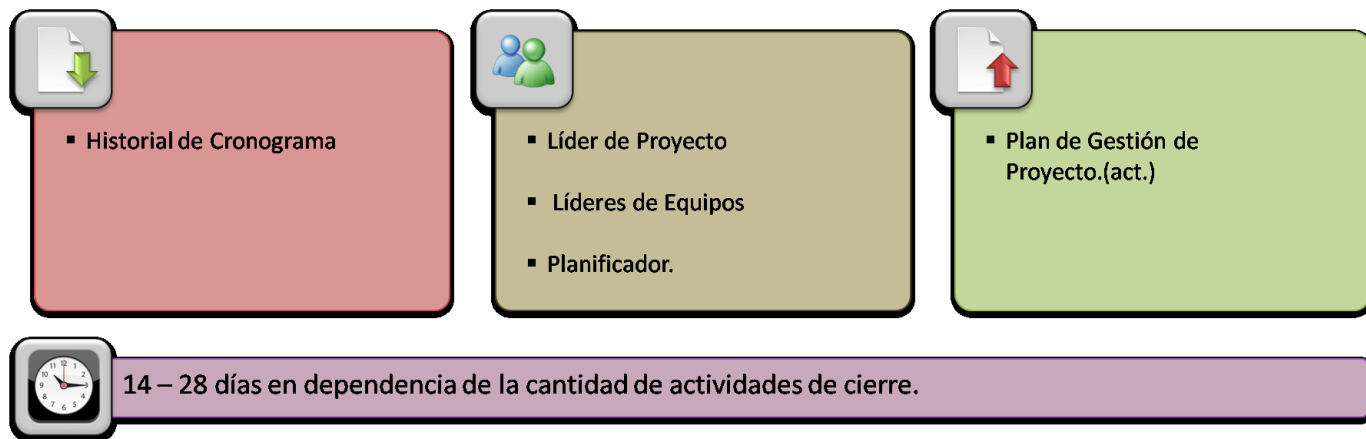


Figura 37. Vista de la Actividad: Gestión de Cierre del Proyecto.

La actividad se ejecuta cuando los resultados del proyecto se desvían significativamente con respecto a lo planificado. En ese instante se hace necesario determinar, ejecutar y supervisar un conjunto de actividades extraordinarias para garantizar el cierre del proyecto y que este quede debidamente documentado en aras de utilizar la experiencia en proyectos posteriores. Son responsables de la actividad el *Líder de Proyecto*, los *Líderes de Equipos* y el *Planificador*

**Ajuste del Cronograma.** *(ver descripción en pág.78)*

### Técnicas y Herramientas

#### Reportes de Progreso

Dichos reportes notifican el estado actual del cronograma, que incluye información sobre las fechas de inicio y finalización reales, las duraciones restantes para las actividades del cronograma no completadas, así como el porcentaje completado de las actividades en curso del cronograma. Para facilitar el informe periódico del avance del proyecto, se puede usar una plantilla creada para un uso homogéneo a través de los diversos componentes de la organización del proyecto durante todo el ciclo de vida del proyecto. La

plantilla puede hacerse en papel o puede ser electrónica y es recomendable captar la información del progreso al menos una vez a la semana.

### **Métricas de Rendimiento**

*Coste del trabajo planificado (CP)*: Coste presupuestado del trabajo programado para ser completado de una actividad o componente de la EDT hasta un momento determinado. Se determina para cada tarea de trabajo que se representa en el plan (en personas-hora, personas-día).

*Coste a la terminación (CAT)*: Constituye el total de coste presupuestado del trabajo planificado de todas las actividades.

$$CAT = \sum CP_k \quad \text{para todas las tareas } k.$$

*Coste del trabajo desarrollado (CD)*: Es el coste presupuestado de todas las actividades con trabajo planificado que hayan sido realmente terminadas en un punto determinado de la planificación del proyecto.

$$CD = \sum CP_k \quad \text{para todas las tareas terminadas } k.$$

La distinción entre el **CP** y el **CD** es que el primero representa el presupuesto de las actividades que estaban planificadas para ser completadas, y el último representa el presupuesto de las actividades que realmente estaban acabadas.

*Indicadores de progreso:*

*Índice de desarrollo de planificación (IDP)*: Indica la eficiencia con la que el proyecto está utilizando los recursos de la planificación. Un valor **IDP** cercano a 1.0 indica una ejecución eficiente de la planificación del proyecto.

$$IDP = CD / CP$$

*Varianza del Cronograma ( $\delta Cr$ )*: Índice absoluto de la varianza de la planificación prevista. La variación del cronograma finalmente será igual a cero cuando se complete el proyecto, porque ya se habrán ganado todos los valores planificados.

$$\delta Cr = CD - CP$$

*Índice de planificación desarrollada (IPD)*: Proporciona una indicación del porcentaje de trabajo que debería estar terminado en un instante determinado. *Se expresa en por ciento.*

$$IDP = CD/CAT$$

### **Sistema de Control de Cambios**

El sistema de control de cambios define los procedimientos mediante los cuales se puede modificar el cronograma del proyecto. Incluye los formularios, sistemas de seguimiento y niveles de aprobación necesarios para autorizar los cambios. El sistema de control de cambios del cronograma funciona como parte del proceso Control Integrado de Cambios. (8)

### **Análisis de Variación.**

El análisis de variación del cronograma durante el proceso de seguimiento del cronograma constituye una función clave para el control del cronograma. La comparación de las fechas del cronograma objetivo con las fechas de inicio y finalización reales/pronosticadas proporciona información útil para la detección de desviaciones y para la implementación de acciones correctivas en caso de retrasos. La variación de la holgura total es también un componente esencial de la planificación para evaluar el rendimiento del proyecto en el tiempo. (8)

### **Diagramas de Barras Comparativos del Cronograma**

Para facilitar el análisis del avance del cronograma, es recomendable usar un diagrama de barras comparativo, que muestra dos barras para cada actividad del cronograma. Una barra muestra el estado real actual y la otra muestra el estado de la línea base aprobada del cronograma del proyecto. Esto representa gráficamente dónde el cronograma ha avanzado según lo previsto y dónde se ha producido un retraso. (8)

**Análisis de la Red del Cronograma** *(ver descripción en pág.80)*

**Método de diagramación PERT** *(ver descripción en pág.80)*

**Método Burgess-Killebrew para nivelación de recursos** *(ver descripción en pág.83)*

**Análisis: “¿Qué pasa si...?”** *(ver descripción en pág.87)*

**Análisis mediante árbol de decisiones** *(ver descripción en pág.87)*

**Compresión del Cronograma** (ver descripción en pág.89)

*Salidas*

**Cronograma de Proyecto (act.)** (ver descripción en pág.59)

**Historial de Cronograma (act.)** (ver descripción en pág.90)

**Plan de Gestión del Proyecto (act.)** (ver descripción en pág.76)

**Solicitud de Cambios** (ver descripción en pág.60)

**Medidas Correctivas/Preventivas**

Una *Medida Correctiva/Preventiva* (ver “Anexo IV: Descripción de las Medidas Correctivas/Preventivas” para descripción detallada) es toda acción que se ejecuta para alinear el rendimiento futuro esperado del cronograma del proyecto con la línea base del cronograma del proyecto aprobada. A menudo implican aceleraciones, que incluyen acciones especiales que se toman para asegurar la finalización de una actividad del cronograma a tiempo o con el menor retraso posible. La acción correctiva/preventiva a menudo requiere un análisis causal para identificar la causa de la variación. El análisis puede contemplar actividades del cronograma distintas de la actividad del cronograma que realmente produce la desviación. Por lo tanto, se puede planificar y ejecutar la recuperación del cronograma a partir de la variación, usando actividades del cronograma delineadas con posterioridad en el cronograma del proyecto. (8) (14)

**Roles y Responsabilidades**

En la Tabla 1 se muestra un compendio explicativo de los roles involucrados en los procesos presentados anteriormente y sus respectivas responsabilidades:

Rol	Responsabilidades más importantes
<b>Líder del proyecto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Preside el Equipo de Dirección del Proyecto.</li> <li>▪ Dirige la comunicación entre los miembros del Equipo de Dirección del Proyecto de manera que este se complete satisfactoriamente.</li> <li>▪ Principal responsable de la elaboración de Plan de Gestión del Cronograma.</li> <li>▪ Principal responsable del mecanismo de gestión y validación de medidas correctivas/preventivas ante el surgimiento de desviaciones en el cronograma y del cierre del proyecto en caso de ser necesario.</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dirige personalmente el desarrollo de las siguientes actividades significativas:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definición de actividades.</li> <li>- Estimación de Recursos.</li> <li>- Confección del Cronograma.</li> <li>- Monitoreo de rendimiento.</li> </ul> </li> <li>▪ Preside el Comité de Control de Cambios que analiza y aprueba los cambios propuestos.</li> </ul>
<b>Arquitecto Principal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Participa en la Definición de actividades.</li> <li>▪ Es miembro de:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comité de Control de Cambios que analiza y aprueba los cambios propuestos.</li> <li>- Equipo de Dirección del Proyecto.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Analista Principal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Participa en la Definición de actividades.</li> <li>▪ Es miembro de:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comité de Control de Cambios que analiza y aprueba los cambios propuestos.</li> <li>- Equipo de Dirección del Proyecto.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Líderes de Equipos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Participan en el desarrollo de las siguientes actividades significativas:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definición de actividades.</li> <li>- Estimación de Recursos.</li> <li>- Confección del Cronograma.</li> <li>- Monitoreo de rendimiento.</li> <li>- Monitoreo del Cronograma.</li> </ul> </li> <li>▪ Son miembro de:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comité de Control de Cambios que analiza y aprueba los cambios propuestos.</li> <li>- Equipo de Dirección del Proyecto.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Planificador</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Participa activamente en la totalidad de las actividades de la Gestión de Tiempo.</li> <li>▪ Es responsable de la confección de los artefactos Cronograma de Proyecto y Medidas Correctivas/Preventivas.</li> <li>▪ Es miembro de:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comité de Control de Cambios que analiza y aprueba los cambios propuestos.</li> <li>- Equipo de Dirección del Proyecto.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Logístico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Es el responsable de la administración de recursos del proyecto.</li> </ul>

Tabla 1. Roles y Responsabilidades

### Artefactos

En la Tabla 2 se resumen los artefactos utilizados o generados durante el desarrollo de los procesos que comprende el modelo presentado. (Se resaltan los artefactos generados durante la aplicación del modelo)

Artefactos	Planeación	Definición de Actividades	Secuenciación de Actividades	Estimación de Recursos	Estimación de Tiempo de Actividades	Desarrollo del Cronograma	Control del Cronograma
Especificaciones para la Gestión de Tiempo de la metodología de desarrollo a emplear.	↓						
Plan de Gestión del Cronograma.*	↑					↓**	↓**
Enunciado del alcance del proyecto.		↓	↓	↓	↓	↓	
Estructura de Desglose del Trabajo. (EDT)		↓					
Descripción de la EDT.		↓					
Cronograma de Proyecto.*		↑	↓↑	↓↑	↓↑	↓↑	↓↑
Historial de Cronograma.*						↑	↑
Calendario de Recursos.				↓↑	↓	↓↑	↓
Estructura de Desglose de Recursos.				↓↑			
Plan de Gestión del Proyecto.						↓	↓
Reportes de progreso.*							↓
Medidas Correctivas/ Preventivas*							↑
Solicitud de Cambios*		↑	↑	↑	↑	↑	↑

Tabla 2. Artefactos del Modelo

(\*) Artefactos generados por la Gestión de Tiempo.

(\*\*) Se incluye dentro del Plan de Gestión del Proyecto.

↓ Entrada.    ↑ Salida.    ↑ Salida Actualizada.

### Flujo General de Actividades del Modelo

En la Figura 38 se muestra el flujo general de las actividades contempladas en el modelo, así como la interacción de estas con los artefactos, tanto externos como generados por el modelo de procesos propuesto.

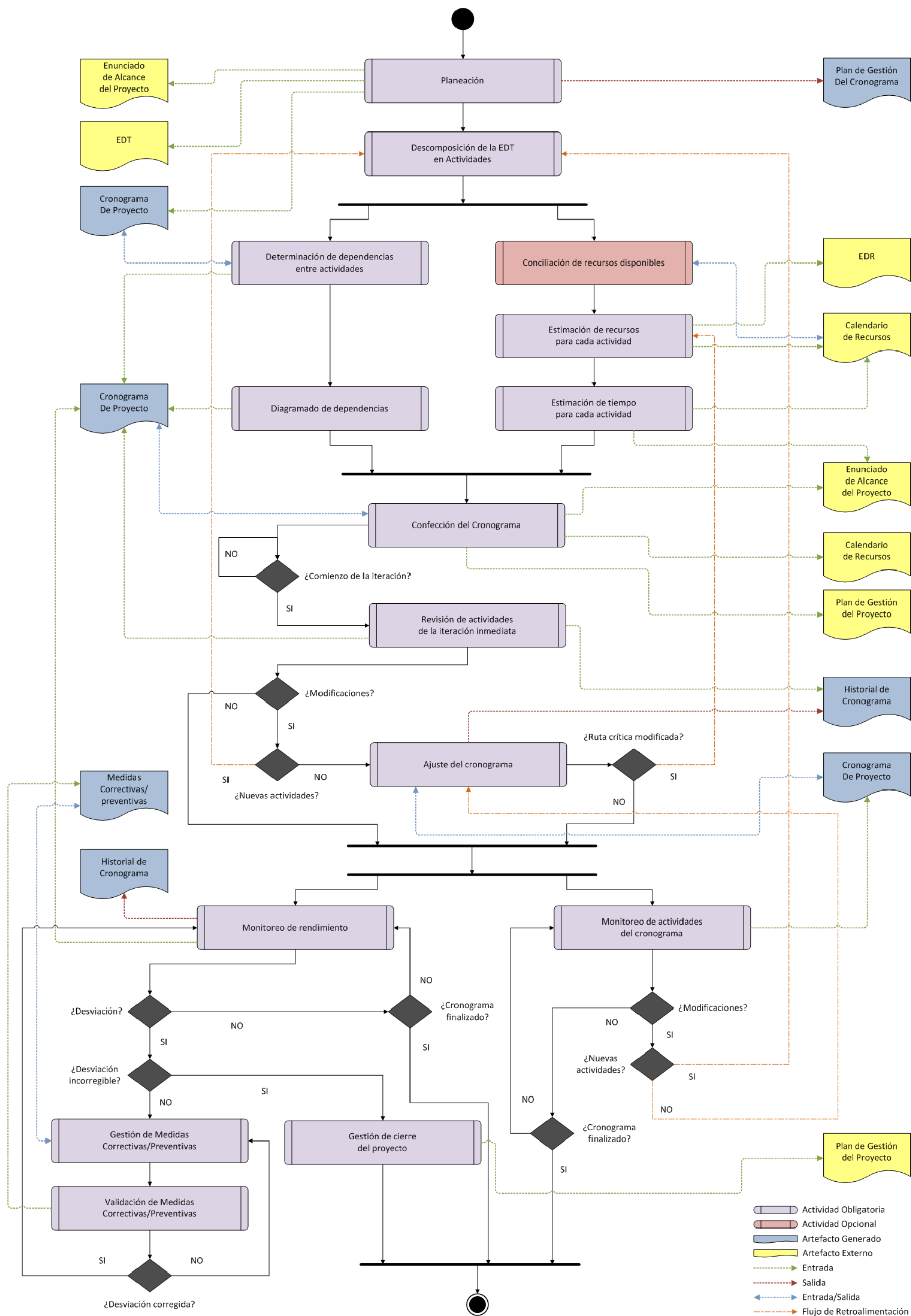


Figura 38. Flujo General de Actividades del Modelo.

## Resumen del Modelo

La siguiente tabla describe un resumen de la Gestión de Tiempo recogiendo de cada proceso sus entradas, participantes, actividades y técnicas asociadas y las salidas generadas.

Proceso	Entradas	Participantes	Actividades	Técnicas y Herramientas	Salidas
<b>Planeación</b>	Especificaciones para la Gestión de Tiempo de la metodología de desarrollo a emplear	Líder de proyecto. Planificador.	Planeación		Plan de Gestión del Cronograma
<b>Definición de Actividades</b>	Enunciado del Alcance del Proyecto. Estructura de Desglose de Trabajo (EDT). Descripción de la EDT.	Líder de Proyecto. Líderes de Equipos. Analista Principal. Arquitecto Principal. Planificador.	Descomposición de la EDT en actividades.	Descomposición. Planificación Gradual. Utilización de plantillas	Cronograma de Proyecto (Hitos y Actividades). Solicitud de Cambios.
<b>Secuenciación de Actividades</b>	Enunciado del Alcance del Proyecto. Cronograma de Proyecto (Hitos y Actividades).	Líder de Proyecto. Líderes de Equipos. Planificador.	Determinación de dependencias.	Determinación de dependencias.	Cronograma de Proyecto (Hitos, Actividades y Diagramas de red del cronograma).

			Diagramado de dependencias.	Método de Diagramación por Precedencia. Aplicación de adelantos y retrasos. Utilización de plantillas de red del cronograma.	Solicitud de Cambios.
<b>Estimación de Recursos</b>	Calendario de Recursos. Estructura de Desglose de Recursos. Cronograma de Proyecto (Hitos y Actividades).	Líder de Proyecto. Líderes de Equipos. Planificador. Logístico.	Conciliación de recursos disponibles.		Calendario de Recursos. (act.) Estructura de Desglose de Recursos. (act.) Cronograma de Proyecto (Hitos y Actividades). (act.) Solicitud de Cambios.
			Estimación de recursos para cada actividad	Análisis de alternativas. Estimación Ascendente. Software de Gestión de Proyectos. Análisis de estimaciones de proyectos semejantes.	
<b>Estimación de Tiempo de Actividades</b>	Enunciado del Alcance del Proyecto. Cronograma de Proyecto (Hitos y Actividades). Calendario de Recursos.	Líder de Proyecto. Líderes de Equipos. Planificador.	Estimación de Tiempo de Actividades.	Estimación por Analogía. Estimaciones por Tres Valores. Estimación Paramétrica.	Cronograma de Proyecto (Hitos y Actividades). (act.) Solicitud de Cambios.

<p><b>Desarrollo del Cronograma</b></p>	<p>Enunciado de Alcance del Proyecto. Cronograma de Proyecto (Hitos y Actividades). Calendario de Recursos. Plan de Gestión del Proyecto.</p>	<p>Líder de Proyecto. Líderes de Equipos. Analista Principal. Arquitecto Principal. Planificador.</p>	<p>Confección del Cronograma Revisión de actividades de la iteración inmediata. Ajuste del Cronograma</p>	<p>Análisis de la Red del Cronograma. Método de diagramación PERT. Método Burgess-Killebrew para nivelación de recursos. Análisis: “¿Qué pasa si...?”. Análisis mediante árbol de decisiones. Compresión del Cronograma. Planificación Gradual.</p>	<p>Cronograma de Proyecto (Hitos y Actividades).(act.) Historial de Cronograma. Calendario de Recursos.(act.). Solicitud de Cambios.</p>
<p><b>Control del Cronograma</b></p>	<p>Reportes de Progreso. Cronograma de Proyecto Calendario de Recursos. Plan de Gestión del Proyecto.</p>	<p>Líder de Proyecto. Líderes de Equipos. Planificador.</p>	<p>Monitoreo de Rendimiento. Monitoreo de Actividades del Cronograma. Gestión de medidas correctivas/preventivas. Validación de medidas correctivas/preventivas. Gestión de Cierre del Proyecto.</p>	<p>Reportes de Progreso. Métricas de Rendimiento. Sistema de Control de Cambios. Análisis de Variación. Diagramas de Barras Comparativos del Cronograma. <i>Técnicas y herramientas para desarrollar del cronograma.</i></p>	<p>Cronograma de Proyecto. Plan de Gestión del Proyecto. Historial de Cronograma. Medidas Correctivas/Preventivas Solicitud de Cambios.</p>

Tabla 3. Resumen del modelo.

## **Conclusiones Parciales**

En el capítulo se dio cumplimiento al segundo objetivo relacionado con la confección del modelo. Se define el alcance del mismo y las premisas y principios para su aplicación, elementos que garantizan su funcionamiento. Se describen los procesos propuestos en el modelo, se proponen participantes y actividades para cada uno de ellos de acuerdo al entorno productivo para el que fue diseñado el modelo y se adaptan múltiples técnicas para su aplicación, como son el método diagramado de precedencia para la secuenciación temprana de las actividades, la estimación por tres valores(peor, más probable y mejor), el método Burgess-Killebrew para nivelación de recursos, el análisis mediante árboles de decisión para evaluar posibles escenarios y el método PERT para la estimación de tiempo total del proyecto. Se resumieron los roles y las responsabilidades, así como los artefactos que coexisten durante el aplicación del modelo y una vista de la ejecución del flujo principal de actividades del modelo.

## Capítulo III: Aplicación de la Propuesta

---

El capítulo describe una síntesis de la aplicación del modelo en uno de los proyectos del entorno productivo del CENTALAD que se encuentra actualmente en desarrollo. La documentación generada por estos procesos constituye el principal resultado y la aceptación por parte de los miembros del proyecto y del cliente del mismo corrobora la validación de la propuesta.

### Aplicación de la Propuesta

La aplicación del modelo propuesto fue realizada en el proyecto piloto para generar el Sistema de Análisis de Datos, herramienta incluida en el Paquete de Ayuda a la Toma de Decisiones y Sistemas Inteligentes (**PATDSI**), actualmente en desarrollo en el CENTALAD. El objetivo de este proyecto la creación de una suite de herramientas para el análisis inteligente de datos, que entre otras funcionalidades contará con la de Análisis estadísticos clásicos, Análisis discriminante (descriptivo y prescriptivo), Gestión de eventos o servicio de notificaciones, Servicios de Procesamiento Analítico en Línea(OLAP<sup>20</sup>) y Cuadros de mando.

El proyecto tomado como caso de estudio se encuentra actualmente en la *fase de planificación*. Hasta este punto sólo son aplicables 5 procesos del modelo: *Planeación* (realizado en la *fase de inicio*), *Definición de actividades*, *Secuenciación de actividades*, *Estimación de recursos*, *Estimación de Tiempo de Actividades* y *Desarrollo del Cronograma*, todos estos ejecutados durante la *fase de planificación*. El proceso de monitoreo y control de la propuesta: *Control de Cronograma*, se encuentra listo para su inmediata implantación durante el período de desarrollo restante del proyecto pero aún no se ha comenzado a aplicar por lo que resulta imposible darle seguimiento durante el presente informe de la aplicación de la propuesta. Los procesos hasta el momento aplicados constituyen la base de la Gestión de Tiempo ya que tributan a la confección del cronograma del proyecto y a partir de estos planificar el trabajo necesario.

---

<sup>20</sup> **OLAP**, *On-Line Analytical Processing*



Para la aplicación de la propuesta la dirección del proyecto Sistema de Análisis de Datos recibió la capacitación necesaria para ejecutar cada uno de los procesos que conforman el modelo de la propuesta como parte del proceso de aplicación de la misma.

### ***Organizando la Gestión de Tiempo***

Como acción inicial según indica el modelo propuesto se dio inicio a la ejecución del proceso *Planeación* durante la *fase de inicio*. Para ello sesionaron el *Líder de proyecto* y el *Planificador* identificando durante el proceso un conjunto de 5 asunciones y ninguna restricción hasta ese momento. Se formalizaron un total de 10 acciones o pasos formales a seguir durante la confección del cronograma así como el procedimiento de control y seguimiento de este compuesto por 6 importantes mecanismos de control. Para la gestión automatizada de la información relativa a la planificación se decidió utilizar *OpenProj*, una herramienta de software libre, con prestaciones similares a las ofrecidas por el prestigioso homólogo privativo Microsoft Project.

Los criterios durante dicha actividad quedaron documentados en el *Plan de Gestión del Cronograma (ver Anexo V: Plan de Gestión del Cronograma. PATDSI - Sistema de Análisis de Datos v1.0)*, el cual se puede consultar para su análisis detallado.

### ***Definiendo actividades y sus relaciones de precedencia***

Una vez definidos los criterios y procedimientos para el tratamiento del cronograma y confeccionados de la EDT con sus respectiva descripción y del Enunciado de Alcance del Proyecto, estos dos últimos artefactos como parte de la Gestión de Alcance, se procedió a la descomposición de las tareas o actividades necesarias para el desarrollo de los entregables y sus paquetes de trabajo. Durante dos sesiones de 45 min corridos se reunió el equipo de dirección del proyecto integrado por el *Líder de proyecto*, el *Arquitecto Principal* y Líder del Equipo de Arquitectura, el *Analista Principal* y Líder del Grupo de Análisis, el Líder del Equipo de desarrollo y el *Planificador* identificando un total de 28 hitos y 93 actividades inicialmente, necesarios para cumplir con el desarrollo de los entregables definidos en la EDT, los cuales quedaron estampados en las secciones correspondientes del Cronograma de Proyecto(ver *Anexo VI: Cronograma de Proyecto. PATDSI - Sistema de Análisis de Datos v1.0*).

Aprovechando el contexto de la mencionada sesión se decidió continuar inmediatamente con la actividad de *Determinación de dependencias* perteneciente al proceso *Secuenciación de Actividades*, que implicaba a los mismos participantes, quienes después de un largo debate sobre las precondiciones y postcondiciones de ejecución de cada una de las actividades identificaron las dependencias existentes entre cada una de las actividades, las cuales se pueden constatar en la sección de *Actividades*(ver Anexo II: *Descripción del Cronograma De Proyecto*) del *Cronograma de Proyecto*(ver Anexo VI: *Cronograma de Proyecto. PATDSI - Sistema de Análisis de Datos v1.0*), así como una breve descripción de todas las relaciones de precedencia poco comunes halladas, que se evidencia en la sección *Secuenciación de actividades* del mismo artefacto.

Finalmente fue completado el proceso cuando el *Planificador* modeló gráficamente las relaciones de dependencia entre las actividades, valiéndose para esto de la herramienta de software definida en el *Plan de Gestión del Cronograma* (ver Anexo V: *Plan de Gestión del Cronograma. PATDSI - Sistema de Análisis de Datos v1.0*) para gestionar la planificación del proyecto: *OpenProj*.

### ***Estimando recursos y tiempo para cada actividad***

La estimación según el modelo propuesto se divide en dos procesos: *Estimación de recursos* y *Estimación de Tiempo de Actividades*, que fueron ejecutadas en ese orden, y durante sesión continua también, una vez definidas las relaciones de dependencias para prevenir la explotación simultánea de recursos. En este caso particular durante la aplicación del modelo en el proyecto piloto, fueron identificados como universo de recursos a tener en cuenta durante la planificación solamente la categoría de recursos humanos, debido a que otros medios usualmente incluidos en dicha categoría, como son las estaciones de trabajo y los servidores dedicados, no se tuvieron en cuenta; en el primer caso por estar delegados a la asignación de miembros por estación de trabajo y en el segundo debido a la permanente disponibilidad de los servidores en horario laborable.

Para la asignación de recursos humanos, realizada por el *Planificador* y los líderes de los equipos de análisis, arquitectura y diseño, fueron tomados en cuenta las afectaciones docentes de cada uno de los miembros involucrados y la distribución de las estaciones de trabajo; elementos a influentes además en la posterior estimación de tiempo para cada una de las actividades definidas en el cronograma. Para lo

cual, con el fin de lograr una estimación de tiempo lo más certera posible, se emplearon historiales de estimaciones de proyectos similares y se consideró cuidadosamente cada una de las estimaciones sobre la base de tres valores: óptimo, más probable y pésimo, con lo cual el cronograma se hace más flexible y propenso a absorber posibles desviaciones.

Como resultado final fueron sufrieron actualizaciones múltiples atributos de de la lista de actividades del *Cronograma de Proyecto* (ver Anexo VI: *Cronograma de Proyecto. PATDSI - Sistema de Análisis de Datos v1.0*).

### ***Confecionando el Cronograma***

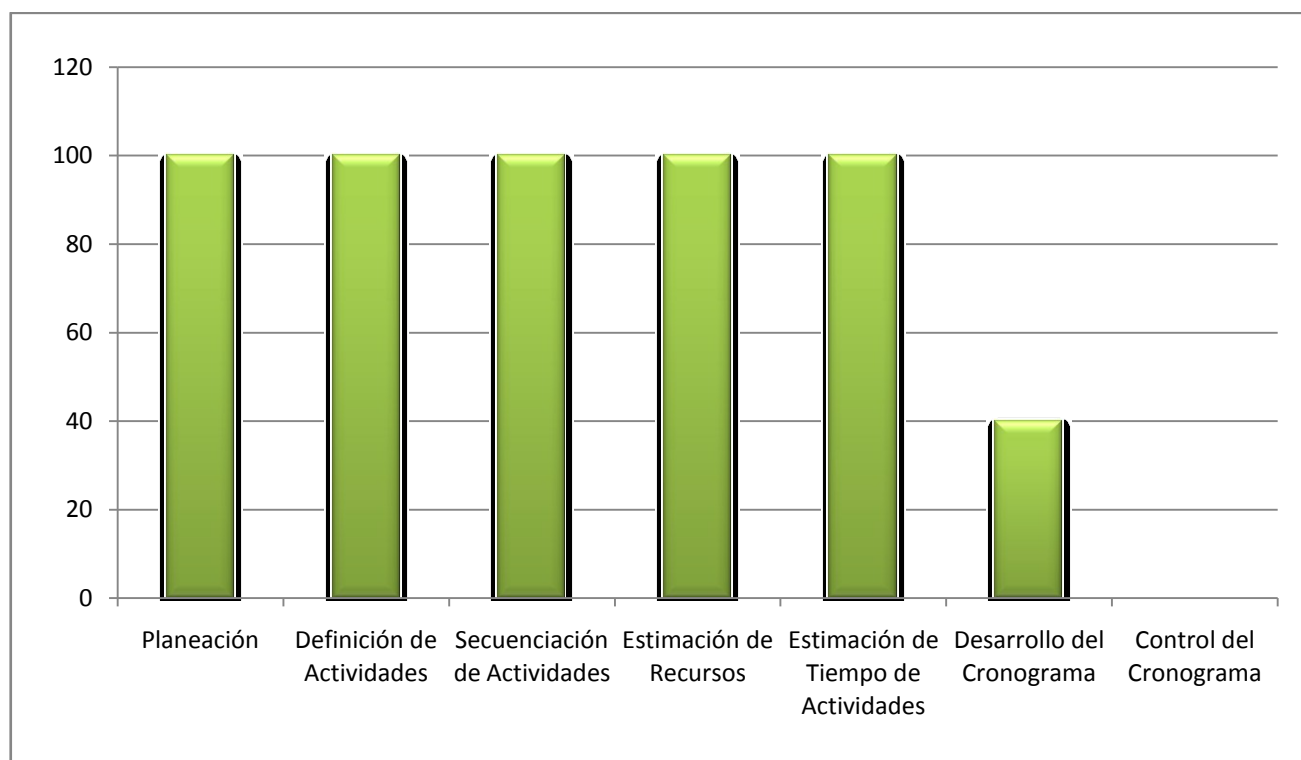
Hacia el final del grupo de procesos cuya aplicación era posible, se desarrolló una de las actividades correspondientes al proceso denominado *Desarrollo de Cronograma*, para la cual tributaron el resto de las actividades desarrolladas hasta este punto como parte de la implantación. La actividad en cuestión: *Confeción del Cronograma* requirió el esfuerzo de todo el equipo de dirección para programar de manera óptima el comienzo y final de todas y cada una de las actividades del *Cronograma de Proyecto*. Después de un ajuste continuo y sistematizado del comienzo y fin de cada actividad, de adicionar retrasos y adelantos, de elaborar un conjunto de cronogramas candidatos, identificar las debilidades y fortalezas de cada cual y desechar un buen número de propuestas que se iban del período factible de duración, se escogió como línea base el aquel con menos riesgos asociados.

La línea base del cronograma resultante y todos los datos relativos a la programación del desarrollo del proyecto no incluidos en este, como son: la duración total del proyecto, el total de horas de trabajo necesarias para su completamiento, así como las fechas de comienzo y final tempranas y tardías fueron debidamente documentados en el artefacto *Cronograma de Proyecto* (ver Anexo VI: *Cronograma de Proyecto. PATDSI - Sistema de Análisis de Datos v1.0*).

### ***Resumen***

Durante la aplicación del modelo de Gestión de Tiempo en la construcción de la solución informática Sistema de Análisis de Datos del CENTALAD, como se aprecia en Gráfica 1, se completó la ejecución de

sus cuatro primeros procesos completamente y de la actividad más importante del quinto proceso denominado: *Desarrollo del Cronograma*, consistente en confeccionar el cronograma; lográndose así definir la línea base para la planificación del proyecto. Con la confección del cronograma inicial o línea base del cronograma, se alcanzó el principal objetivo de la Gestión de Tiempo dentro de un proyecto y aunque los resultados del proceso de *Control de Cronograma* no fue posible obtenerlos en el marco de esta investigación, producto a la fase temprana en que se encuentra el desarrollo del proyecto, se obtuvo el comprometimiento de su aplicación y se sentaron las bases para esta.



Gráfica 1. Grado de aplicación de los procesos del modelo.

Durante el completamiento de los procesos aplicados fueron empleadas las siguientes técnicas:

Procesos	Actividades	Técnicas
Definición de Actividades	- Descomposición de la EDT en	- Descomposición

	actividades.	- Utilización de plantillas de proyectos similares.
Secuenciación de Actividades	- Determinación de dependencias	- Determinación de dependencias - Aplicación de adelantos y retrasos
	- Diagramado de dependencias	- Método de Diagramación por Precedencia
Estimación de Recursos	- Estimación de Recursos	- Estimación Ascendente - Software de Gestión de Proyectos( <i>OpenProj</i> )
Estimación de Tiempo de Actividades	- Estimación de Tiempo para cada actividad	- Estimación por Tres Valores - Análisis de Reserva
Desarrollo del Cronograma	- Confección del Cronograma.	- Diagrama Gantt - Método PERT - Ecuación de Software - Ajuste de adelantos y retrasos - Análisis “¿Que pasa si..?” - Análisis mediante arboles de decisión.

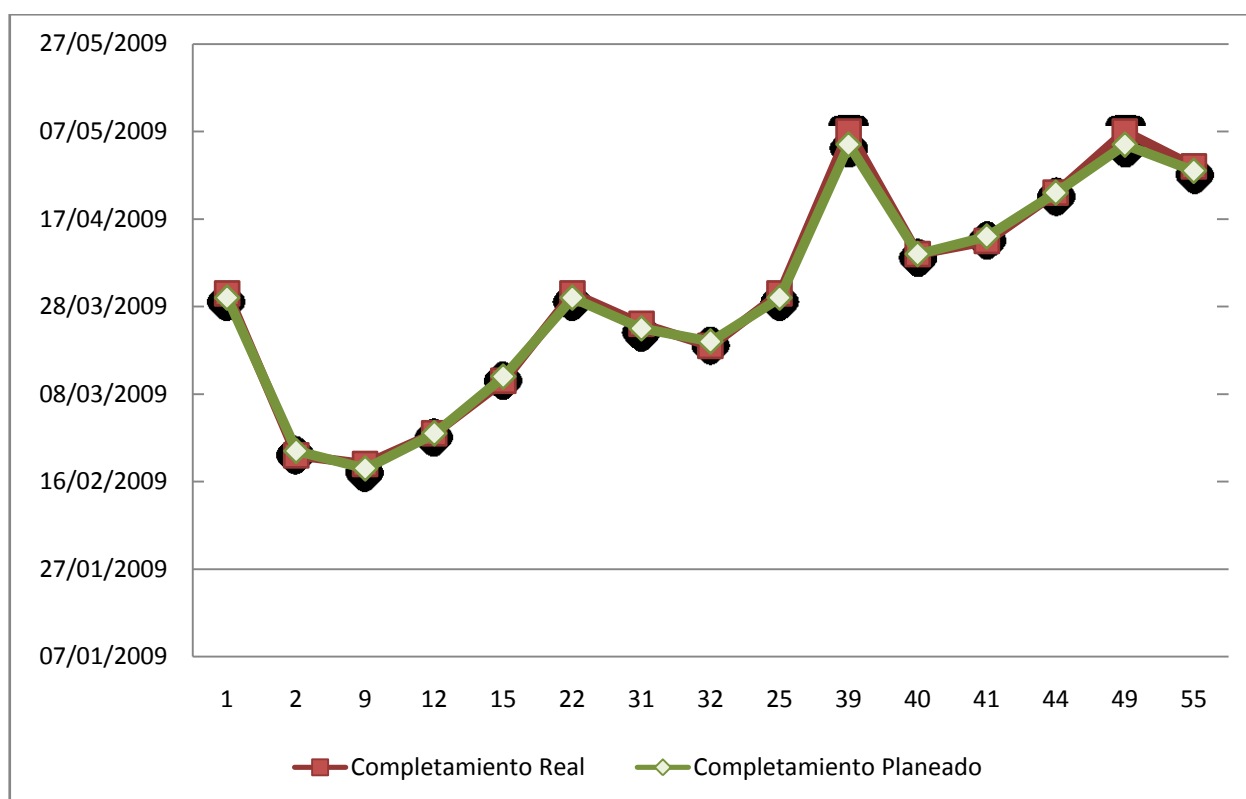
Tabla 4. Técnicas ejecutadas durante la aplicación de la propuesta

Los procesos aplicados produjeron amplia documentación organizada y estructurada en el formato propuestos de las plantillas definidas por el modelo, obteniéndose dos de los cuatro artefactos previstos: *Plan de Gestión del Cronograma* (ver Anexo V: *Plan de Gestión del Cronograma. PATDSI - Sistema de Análisis de Datos v1.0*) y *Cronograma de Proyecto* (ver Anexo VI: *Cronograma de Proyecto. PATDSI - Sistema de Análisis de Datos v1.0*).

Salvando el hecho de que no se pudiera aplicar la propuesta en su totalidad, se evidenció un conjunto de factores, enumerados a continuación, a lo largo de la puesta su práctica:

- Existió una mejora apreciable en el cumplimiento de los plazos de tiempo establecidos para el completamiento de las actividades planificadas, así como en el cumplimiento de los compromisos establecidos con el cliente hasta el momento como muestra la Gráfica 2.
- Tuvo lugar una reducción de la razón de convergencia de recursos críticos durante su explotación, así como una asignación de estos más eficiente y temprana.
- Se sentaron las bases para un mecanismo de control y seguimiento del cronograma bastante exhaustivo y eficaz.

Estos elementos fueron tenidos en cuenta por la dirección del CENTALAD, que avaló satisfactoriamente la aplicación hasta el momento de la propuesta del modelo para Gestión de Tiempo en documento anexo al informe de esta investigación (*ver Anexo VII: Aval emitido por la dirección del CENTALAD.*), quedando considerado este como una validación formal de la propuesta.



Gráfica 2. Precisión de estimación para el cumplimiento de hitos tempranos del proyecto.

## **Conclusiones Parciales**

En este capítulo se le dió cumplimiento al tercer objetivo de la investigación: validar el modelo propuesto a partir de su aplicación en desarrollo en el CENTALAD. Para ello fue aplicada la propuesta en la construcción de la solución informática Sistema de Análisis de Datos del CENTALAD; lográndose la ejecución de los cuatro primeros procesos del modelo, la actividad principal del quinto de estos y como resultado tangible se obtuvo la definición de la línea base de la planificación y del cronograma, así como la documentación de dos de los cuatro artefactos propuestos por el modelo(*ver Anexo V: Plan de Gestión del Cronograma. PATDSI - Sistema de Análisis de Datos v1.0 y Anexo VI: Cronograma de Proyecto. PATDSI - Sistema de Análisis de Datos v1.0*).

# Conclusiones

---

Se realizó un estudio del estado del arte acerca de los diferentes enfoques para la Gestión de Tiempo en los procesos de desarrollo de software en cumplimiento al primer objetivo trazado, arribando a las siguientes conclusiones:

- Las metodologías existentes para el desarrollo de esta área de conocimiento poseen un concepto general y abstracto con difícil grado de aplicación en el entorno productivo del CENTALAD.
- La generalidad de los modelos analizados reconocen elementos comunes e inobjetables para una eficiente Gestión de Tiempo, pero presentan deficiencias para su aplicación al definir la comunicación entre los actividades que lo componen de acuerdo a su secuencia, simultaneidad y roles involucrados.

En base a esto se desarrolló un modelo que mejora el desarrollo de los proyectos en relación al control y seguimiento, la estimación de recursos y el cumplimiento de los compromisos contraídos con el cliente, dando cumplimiento al segundo objetivo propuesto y concluyendo lo siguiente:

- El modelo se identifica con el consenso de las tendencias mundiales y se adapta a las características del modelo de producción de la Universidad de las Ciencias Informáticas y más específicamente del CENTALAD.
- La propuesta desarrollada cubre completamente todas las etapas de desarrollo del proyecto y define actividades, roles y artefactos objetivamente, a diferencia de los modelos analizados en el estado del arte.
- El modelo está ajustado para el desarrollo de proyectos de software, pero de forma general, el flujo de trabajo del mismo y algunas de las técnicas que relaciona, son aplicables a otros tipos de proyectos.
- Se aplicó el modelo propuesto en la construcción de la solución informática Sistema de Análisis de Datos en desarrollo en el CENTALAD. Se obtuvieron resultados satisfactorios, demostrando la aplicabilidad de la propuesta.



# Recomendaciones

---

Se proponen las siguientes recomendaciones:

1. Aplicar continuamente el modelo en varios proyectos productivos de software del CENTALAD para valorar su desempeño y ajuste a las necesidades locales.
2. Extender su aplicación a otros proyectos de la Universidad.
3. Elaborar un sistema informático que gestione los procesos de Gestión de Tiempo propuestos que sea compatible con la herramienta de control y seguimiento de proyectos en uso actual en el CENTALAD y que facilite la generación automática de los artefactos resultantes.

# Bibliografía

---

1. **Statt, David A.** *The Concise Dictionary of Business Management*. s.l. : Taylor & Francis Group, 1999. pág. 175. ISBN 9780415188678.
2. **Armas, Ronald, y otros.** Monografías.com. [En línea] [Citado el: 22 de octubre de 2008.] <http://www.monografias.com/trabajos34/planificacion/planificacion.shtml>.
3. *Propuesta de un entorno para la Gestión del Tiempo dentro de los proyectos productivos de la UCI.* Ing. **Buedo Hidalgo, Denys, y otros.** Ciudad de La Habana: s.n., 2008.
4. *The CHAOS Report.* **Standish Group.**
5. *Proyectos Informáticos: Fracasos y Lecciones Aprendidas.* **Neil Thompson, Donaval.** Nº 4, Costa Rica: UNED, 2006, Revista de Derecho y Tecnologías de la Información.
6. **Dr.C Piñero Pérez, Pedro Yobanis.** *PLATAFORMA PARA EL DESARROLLO DE SOFTWARE Y AYUDA A LA TOMA DE DECISIONES EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS Y LA INGENIERÍA.* Ciudad de la Habana: Universidad de las Ciencias Informáticas, 2007.
7. **SIE Center Mexico.** *Evaluación Inicial CMMI.* Evaluación realizada a la Universidad de las Ciencias Informáticas por el Centro de Excelencia de la Industria del Software del Tecnológico de Monterrey según el modelo de CMMI.
8. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge.* **Project Management Institute, Inc.** Pennsylvania: s.n., 2008.
9. **Castell González, Jessie y Cruz Mulet, Henry.** *Propuesta de metodología de Gestión de Proyectos de Software, Fase Conceptual.* Ciudad de La Habana: s.n., 2008. TD-1347-08.
10. **Pressman, R.S.** *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico.* s.l.: McGraw-Hill, 2002.
11. —. *A Manager's Guide to Software Engineering.* s.l.: McGraw-Hill, 1993.
12. —. *Making Software Engineering Happen.* s.l.: McGraw-Hill, 1988.
13. —. *Process Advisor.* . s.l.: R.S. Pressman & Associates, Inc., 1992.
14. *Microsoft Solutions Framework White Paper - MSF Project Management Discipline v. 1.1.* **Microsoft Corporation.** 2002.

15. **Carnegie Mellon, Software Engineering Institute.** *CMMI<sup>®</sup> for Development, v1.2.* Pittsburgh: s.n., 2006.
16. IPMA International Project Management Association. [En línea] [Citado el: 10 de Febrero de 2009.] <http://www.ipma.ch/Pages/default.aspx>.
17. **Jaeger, Jean-Michelle de.** MANAGE The executive fast track. [En línea] 25 de Marzo de 2008. [Citado el: 15 de Diciembre de 2008.] [http://www.12manage.com/methods\\_ipma\\_competence\\_baseline\\_es.html](http://www.12manage.com/methods_ipma_competence_baseline_es.html).
18. **IPMA International Project Management Association.** *ICB - IPMA Competence Baseline, Version 3.0.* Nijkerk: International Project Management Association, 2006. 0-9553213-0-1.
19. **Ing. Delgado, Ramsés.** Expediente de proyecto v 2.0.
20. **Román Martínez, Berta y Flores Pérez, Dayani.** *Propuesta de un procedimiento para la planificación de proyectos con herramientas libres.* Ciudad de la Habana: s.n., 2008. TD-1284-08.
21. **Real Academia de la Lengua Española.** *Diccionario de la Real Academia Española.*
22. **Baker, K. R.** *Introduction to Sequencing and Scheduling.* New York: s.n., 1974.
23. *Programación y control de proyectos con recursos.* **Companys, Ramón.** 5, 1967, Estudios Empresariales.
24. *Consideración en torno a las holguras o tiempos sobrantes y a las actividades ficticias en el método PERT.* **Suárez Suárez, Andrés Santiago.** 3, julio-septiembre de 1968, Revista Técnica del Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España.
25. **Ricciardi, Mariano.** *Il PERT l'ALTAI e le altre tecniche reticolari di programmazione.* Milano: ETAS KOMPASS, 1965.
26. *Asignación y Programación de Recursos.* **Martino, R. L.** Ciudad México: Editora Técnica, 1967, Administración y Control de Proyectos, Vol. III.
27. *Variation in Activity Level on a cyclic Arrow Diagram.* **BURGESS, A. R. y KILLEBREW, J. B.** 2, 1962, Journal of Industrial Engineering, Vol. 13.
28. *Prise en consideration des contraintes pesant sur la disponibilité des moyens dans les methodes de chemin critique.* **Boss, J. F.** 38, 1966, Revue Francaise de Recherche Operationnelle.
29. *Formulación de un algoritmo para la asignación y nivelación de recursos en la programación de proyectos con recursos limitados y distintas duraciones posible para las actividades, utilizando el método*

Roy, **De la Peña Estebán, Fco. David, García de Frutos, Daniel y Simón Rodríguez, María Antonia.** [ed.] Julio Merino García. Madrid: Revista Tecnológí@ y Desarrollo, marzo de 2005. ISSN 1696 8085.

30. **Ortigueira Bouzada, Manuel.** *La programación de proyectos con recursos limitados.*

31. **Putnam, L. y Myers, W.** *Measures for Excellence.* s.l.: Yourdon Press, 1992.

32. —. *Industrial Strength Software: Effective Management Using Measurement.* s.l.: IEEE Computer Society Press, 1997.

33. **Ríos Insua, Sixto.** *Fundamentos De Los Sistemas De Ayuda A La Decisión.* s.l.: Editorial Ra-ma, 2002. ISBN 8478974946.

34. **Moss, Larissa T. y Atre, Shaku.** *Business Intelligence Roadmap: The Complete Project Lifecycle for Decision-Support Applications.* s.l.: Addison Wesley, 2003.

# Anexos

---

## **Anexo I: Descripción del Plan de Gestión del Cronograma**

La plantilla Plan de Gestión del Cronograma contiene en resumen las secciones que se muestran a continuación:

### **Introducción**

*<< En esta sección se abordará brevemente las características y alcance del documento>>*

### **Gestión del Cronograma.**

*<<En esta sección se especifican los criterios y procedimientos relativos a la gestión del cronograma >>*

### **Asunciones**

*<< En esta sección se enuncian los criterios asumidos para la planificación del proyecto así como para la construcción del cronograma del proyecto. >>*

### **Restricciones**

*<< En esta sección se enuncian las restricciones para la planificación del proyecto así como para la construcción del cronograma del proyecto. >>*

### **Especificaciones para la confección del Cronograma**

*<< En esta sección se especifican los criterios a tener cuenta durante la confección del cronograma del proyecto y se definen los procedimientos para desarrollar esta tarea. >>*

### **Especificaciones para el Control del Cronograma**

*<< En esta sección se especifican los criterios a tener cuenta durante la el control y seguimiento del cronograma del proyecto. Se definen procedimientos para el desempeño de la tarea y el empleo de mecanismos auxiliares como por ejemplo: el formato de los reportes de progreso. >>*

### **Herramientas de Apoyo**

*<< En esta sección se especifican las herramientas (principalmente de software) que se van a emplear para asistir el desarrollo del cronograma y se describe brevemente las entradas, salidas y el propósito de cada una de ellas >>*

## Anexo II: Descripción del Cronograma De Proyecto

La plantilla Cronograma de Proyecto contiene, en resumen, las secciones que se muestran a continuación:

### **Introducción**

*<< En esta sección se abordará brevemente las características y alcance del documento >>*

### **Cronograma**

#### **Asunciones Generales**

*<< Se enuncian los criterios asumidos para la planificación del cronograma de proyecto en general >>*

#### **Restricciones Generales**

*<< Se enuncian las restricciones a tener en cuenta para la planificación del cronograma de proyecto en general >>*

#### **Hitos**

*<< Se enuncian los hitos propuestos para culminar la iteración actual del proyecto o el desarrollo total de este.*

#### **Atributos a tener en cuenta:**

- **ID:** Identificador numérico único para cada hito.
- **Descripción:** Objetivo a lograr.
- **Clasificación:** Especifica el carácter del hito, puede tomar los alores:[OPCIONAL|OBLIGATORIO] >>

ID	Descripción	Clasificación

**Actividades.**

<< Se enuncian las actividades a corto plazo a realizar para alcanzar los hitos trazados y se describen con el mayor grado de detalle posible, tomando en cuenta que algunos de los atributos sólo se podrán captar a medida que se vaya actualizando este artefacto durante el ciclo de vida del proceso de desarrollo.

**Atributos a tener en cuenta:**

- **Identificador (ID):** Numérico único para cada actividad. Se compone del identificador del hito al que tributa esa actividad seguido de un identificador. (Ej: 1.5, Actividad N° 5 del hito N° 1 ).
- **Descripción:** Alcance del trabajo de la actividad.
- **Asunciones:** Factores que limitarán las opciones del equipo de dirección del proyecto
- **Restricciones:** Factores que se consideran a tener en cuenta para la planificación del cronograma del proyecto, como las horas de trabajo por semana o el momento del año en que se realizarán los trabajos de construcción.
- **Activ. Predecesora (AP):** ID de la actividad desempeñada previamente a la actividad en cuestión (para llenar este aspecto es necesario actualizar el artefacto una vez realizado el Proceso de Secuenciación de las Actividades).
- **Responsables (Resp.):** Personal responsable del completamiento de la actividad.
- **Prioridad:** Se expresa mediante los valores
  - Urgente + / importante +: Tarea muy urgente y muy importante.
  - Urgente - / importante +: Tarea poco urgente y muy importante.
  - Urgente + / importante -: Tarea urgente y menos importante.
  - Urgente - / importante -: Tarea poco urgente y de menor importancia.
- **Actividad Crítica (AC):** Especifica si la actividad pertenece al camino crítico. Se expresa mediante los valores [SI | NO]
- **Nivel de Dificultad(ND):** Se expresa mediante los valores [BAJO | MEDIO | ALTO]
- **Estimación de Recursos:** Recursos necesarios para el completamiento de la actividad.
  - Descripción (Desc.)
  - Cantidad (Cant.)
- **Estimación de Tiempo:** Tiempo estimado para el completamiento de la actividad
  - Optimista (O)
  - Más Probable(MP)
  - Pesimista(P)
  - Holgura(H)
  - Reserva de Tiempo(RT)
- **Fecha de Inicio Cercana (FIC):** Fecha de inicio planificada para el desempeño en condiciones ideales de la actividad.
- **Fecha de Inicio Lejana (FIL):** Ultima fecha de inicio posible; comenzar el desarrollo de esta actividad después de esta fecha incurre en una desviación del cronograma.
- **Fecha de Culminación Cercana (FCC):** Fecha de culminación planificada para el desempeño en condiciones ideales de la actividad.
- **Fecha de Culminación Lejana (FCL):** Ultima fecha de inicio posible; terminar el desarrollo de esta actividad después de esta fecha incurre en una desviación del cronograma.

ID	Descripción	Asunciones	Restricciones	Precedencia	AC	Est. Recursos			Est. Tiempo					Progreso	FIC	FCC	FIL	FCL
						RRHH	Otros		O	MP	P	RT	H					
							Desc.	Cant.										

**Secuenciación de Actividades**

<< Se describen todas las secuencias poco comunes dentro de la red de actividades una vez determinadas la precedencia de estas, así como las asunciones tenidas en cuenta para esto. >>

**Estimación**

**Recursos.**

<< Se describen los adelantos o retrasos en la ejecución de actividades debido a la posible explotación concurrente de recursos críticos. >>

**Tiempo**

<< Se describen las asunciones hechas durante el proceso de estimación de duración de las actividades, así como el tiempo estimado de duración del proyecto y las reservas para contingencias >>



***Diagramas del cronograma.***

*<< Contiene los diagramas necesarios para la correcta comprensión del cronograma >>*

***Diagrama de Gantt.***

*<< Imagen ilustrativa correspondiente >>*

***Diagramas de Hitos***

*<< Imagen ilustrativa correspondiente >>*

***Diagramas de red del cronograma.***

*<< Imagen ilustrativa correspondiente >>*

***Diagrama de Barras.***

*<< Imagen ilustrativa correspondiente >>*

### Anexo III: Descripción del Historial de Cronograma

La plantilla Historial de Cronograma contiene, en resumen, las secciones que se muestran a continuación:

#### **Introducción**

<< En esta sección se abordará brevemente las características y alcance del documento >>

#### **Monitoreo de Rendimiento.**

<<En esta sección se documentan las mediciones de rendimiento periódicas a la que es sometido el proyecto para determinar avance y progreso en el cronograma

*Fecha:* Fecha Correspondiente a las mediciones de rendimiento.

*Índice de desarrollo de planificación (IDP):* Indica de la eficiencia con que el proyecto está utilizando los recursos de la planificación.

*Varianza del Cronograma ( $\delta Cr$ ):* Índice absoluto de la varianza de la planificación prevista.

*Índice de planificación desarrollada (IPD):* Proporciona una indicación del porcentaje de trabajo que debería estar terminado en un instante determinado. >>

Fecha	IDP	IPD	$\delta Cr$

#### **Estados transitados por el Cronograma**

<< En esta sección se especifican los estados por los que ha transitado el cronograma y se especifican los siguientes datos relativos a cada uno de los estados:

*Fecha*

*Versión del Cronograma (incluye además una referencia al artefacto correspondiente)*

*N° Medida Correctiva/Preventiva asociada (incluye además una referencia al artefacto correspondiente en caso de existir una medida asociada)*

*Observaciones: Especifica las condiciones de la situación que provoco una modificación al cronograma.*

>>

---

Fecha	Versión del Cronograma	N° Medida Correctiva/Preventiva asociada(Referencia al artefacto correspondiente)	Observaciones

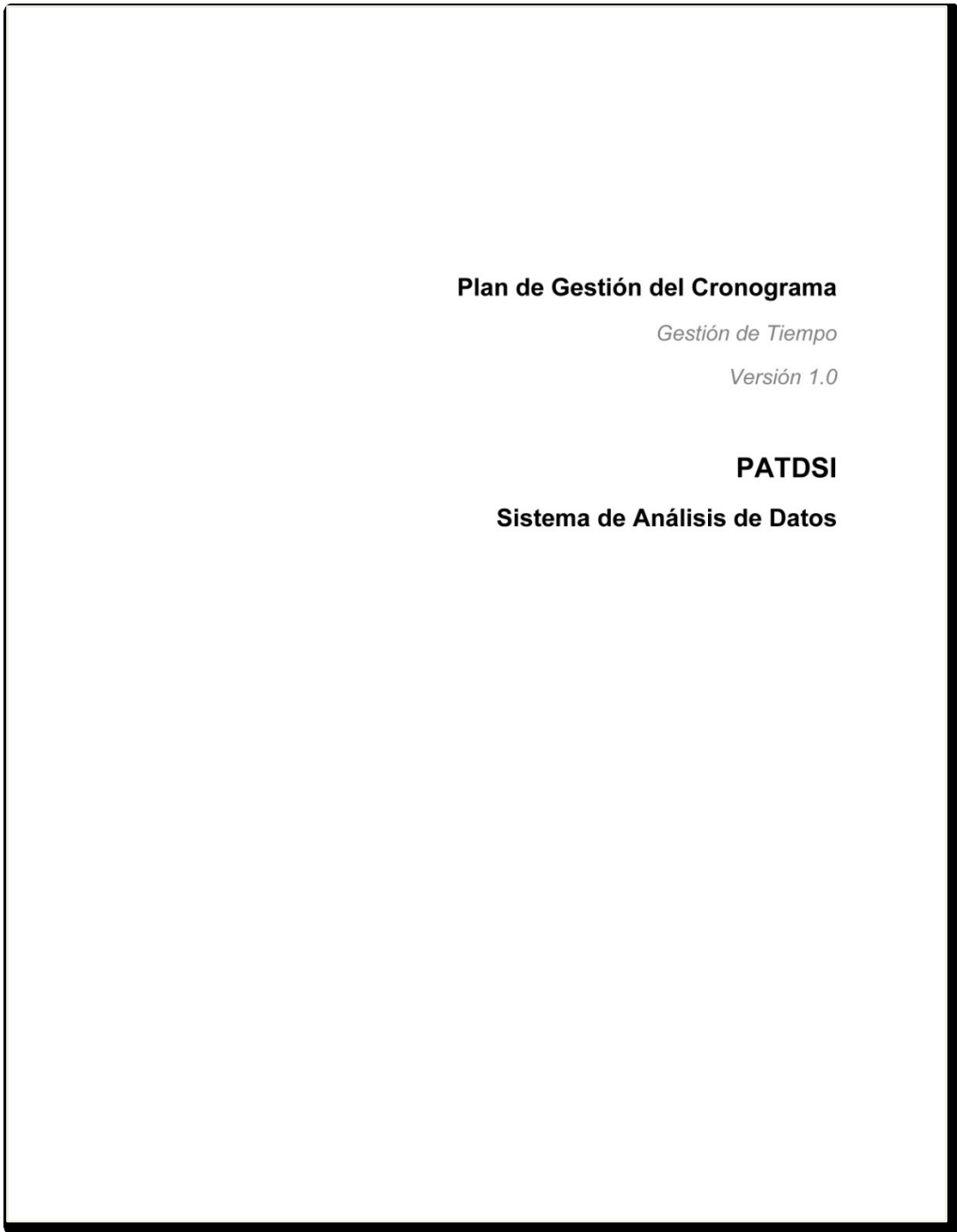
## Anexo IV: Descripción de las Medidas Correctivas/Preventivas

La plantilla Medidas Correctivas/Preventivas contiene, en resumen, las secciones que se muestran a continuación:

N°	INFORME DE MEDIDA		CORRECTIVA
			PREVENTIVA
Fecha:	Realizado por:		
Descripción del problema que se quiere eliminar o evitar:			
Responsable:	Participantes:		
Medidas precedentes:			
Causa(s) que origina(n) el problema:			
Posibles medidas que dan solución:			
Medidas correctivas / preventivas finalmente realizadas, incluyendo fechas:			
Medidas que se efectuarán para verificar la eficacia de las soluciones implantadas:			
Medidas:		Fechas:	

<b>Resultados obtenidos, conclusión del expediente:</b>	
<b>NO DEBE CONCLUIRSE UNA ACCIÓN HASTA QUE NO SE HAYA VERIFICADO LA EFICACIA DE LAS SOLUCIONES IMPLANTADAS O BIEN SE HAYAN ARGUMENTADO LAS CAUSAS DE SU CIERRE</b>	<b>Firma Responsable de la Medida:</b>
	<b>Fecha cierre:</b>

**Anexo V: Plan de Gestión del Cronograma. PATDSI - Sistema de Análisis de Datos  
v1.0**



*Plan de Gestión del Cronograma*

Redactado por:	<i>Yunior Miguel Almager Bajuelo.</i>
Fase:	<i>Fase conceptual.</i>
Objetivo:	<i>Definir criterios y Procedimientos para la modificación del cronograma.</i>
Precondiciones:	<i>Definir los lineamientos de planificación.</i>

**Asunciones del documento****Control de versiones del documento**

Fecha	Versión	Descripción	Autor
4/05/2009	V 1.0	Elaboración	Ing. Yunior M. Almaguer Bajuelo

*Plan de Gestión del Cronograma*

**Índice**

Asunciones del documento..... 2

Control de versiones del documento ..... 2

Índice ..... 3

1. Introducción ..... 4

2. Gestión del Cronograma. .... 4

    2.1. Asunciones ..... 4

    2.2. Restricciones ..... 5

    2.3. Especificaciones para la confección del Cronograma ..... 5

    2.4. Especificaciones para el Control del Cronograma ..... 6

    2.5. Herramientas de Apoyo ..... 7



## **1. Introducción**

La planificación es el proceso continuo en el que se establecen metas y se definen medios para alcanzar dichas metas, con esta misión se elaboró en el proyecto el plan de gestión del cronograma de desarrollo. Este plan tiene entre sus objetivos proporcionar a las líneas de desarrollo del proyecto, orientación sobre la creación, control y seguimiento del cronograma de desarrollo. Además permite definir las actividades de gestión de alcance y tiempo implícitas en las actividades de planificación y seguimiento.

## **2. Gestión del Cronograma.**

Se define algunas cuestiones básicas por parte de la dirección del proyecto para la confección del cronograma de desarrollo, los pasos a seguir para el control y seguimiento una vez obtenido y herramientas a utilizar para realizar este control.

### **2.1. Asunciones**

Las asunciones son factores que se consideran verdaderos para la planificación del cronograma del proyecto. A continuación se enumeran las asunciones específicas del proyecto asociadas a la planificación del proyecto.

Las principales asunciones definidas en el proyecto son:

1. Los estudiantes de 4to y 5to año pueden ser programadores, analistas, arquitectos de sistema o arquitectos de dato, ya que tienen los conocimientos vencidos para poder ocupar esos roles en la línea.
2. Los estudiantes de 3er año pueden ser programadores de lógica o programadores de BD, bajo el principio de que han recibido la disciplina de programación y BD.
3. Se gestionan las peticiones generadas en el proyecto mediante una herramienta Gestión de Proyectos: RedMine 0.8.3.
4. Los profesionales de la línea pueden asumir cualquier rol ya que son graduados todos, de Ingenieros en Ciencias Informáticas y poseen los conocimientos necesarios.
5. El horario de trabajo definido en dos turnos (uno de 8:00 am a 12:00 am y otro 1:30 pm a 5:00pm)

## **2.2. Restricciones**

*No se tienen Restricciones.*

## **2.3. Especificaciones para la confección del Cronograma**

Con el propósito de brindar una guía para la elaboración del cronograma, se definen los pasos lógicos secuenciados para la confección del mismo, así como una breve descripción de cada uno.

1. *Incorporar la información general del proyecto:* Se establece la fecha de inicio y fecha de fin planificada para el proyecto.
2. *Crear el calendario propio:* Se crea el calendario propio según los horarios de trabajo de los días laborables para el proyecto en la semana.
3. *Definir recursos:* Se definen los recursos con que se cuentan especificando los atributos respectivos.
4. *Definir actividades:* Se establecen las actividades que se realizan a partir del modelo de desarrollo usado en el proyecto.
5. *Secuenciar las actividades:* Se sitúan las actividades siguiendo una secuencia lógica en que se realizan.
6. *Asignar calendario establecido a las actividades:* Se le asocia a las actividades el calendario que utiliza.
7. *Definir duración de las actividades:* Se ajusta la fecha de inicio y finalización de las actividades.
8. *Definir hitos:* Se definen que actividades constituyen un hito en el proyecto.
9. *Asignar recursos a las actividades:* Se asignan a las actividades de los recursos establecidos los que realizan o intervienen en el desarrollo de cada actividad en específico.
10. *Establecer relaciones de dependencias entre actividades:* Se establecen las relaciones de dependencias existentes entre las actividades.

#### **2.4. Especificaciones para el Control del Cronograma**

El control y seguimiento del cronograma tiene como objetivo controlar los cambios a realizar en el cronograma y darle seguimiento a las actividades plasmadas en el mismo.

La estrategia implementada para el control y seguimiento al cronograma del proyecto es de la siguiente forma:

Todos los días al finalizar el trabajo, el jefe de proyecto actualiza su cronograma para ver el avance diario de la producción y se orientan nuevas acciones a realizar en este orden.

##### *Pasos para el control y seguimiento del cronograma*

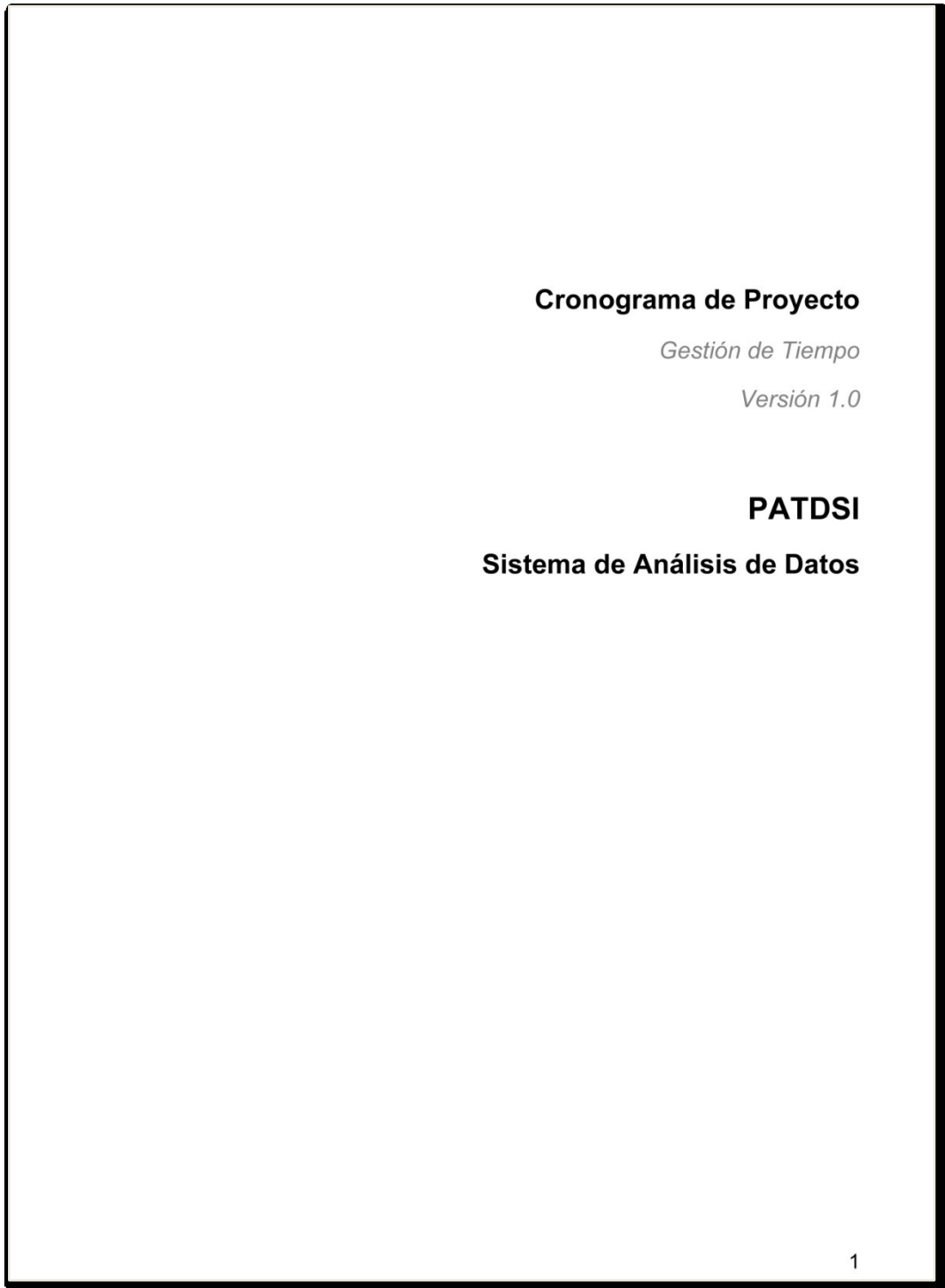
1. *Chequeo de la existencia en el cronograma de todas las actividades a realizar:* Se controla que todas las actividades estén presentes con su debida secuenciación teniendo en cuenta el cronograma tipo establecido en el proyecto como estándar para todas las líneas de producción.
2. *Actualización del por ciento de avance de las actividades:* Se registra el avance de las actividades.
3. *Ajuste de fechas de inicio y fin de las actividades:* Se ajustan las fechas si lo requiere; en caso de atrasos se procede a analizar el impacto que pueda ocasionar en otras actividades con que tenga dependencia, se evalúa la repercusión en el propio componente o en otros componentes en caso que tenga integración con algún otro componente ya sea del subsistema o de otros subsistemas y se informa al equipo de dirección.
4. *Ajuste de recursos asignados:* Se ajustan en el caso de que se haya realizado una estrategia de reordenamiento emergente de recursos que puede estar provocado por la prioridad de uno de los subsistemas de un bloque respecto a otro o porque haya bajado la carga de trabajo de un recurso determinado.
5. *Chequeo de las dependencias entre actividades:* Se chequea que no se haya alterado ninguna relación de dependencia.
6. *Identificación de riesgos:* Se identifican los riesgos presentes para el cumplimiento de las fechas actuales.

### **2.5. Herramientas de Apoyo**

Para el control y seguimiento de los cronogramas se propone la utilización del software MS Project 2003 que cuenta con las siguientes facilidades:

- La línea base guardada para determinar y visualizar el atraso que posee una actividad con respecto a la fecha de la planificación anterior.
- La línea de progreso actual que visualiza en un diagrama de Gantt el estado de las fechas y por ciento de avance de las actividades respecto a la fecha actual.
- Las vistas Diagrama de Red y Diagrama de Relaciones para el chequeo del correcto montaje de las relaciones de dependencias.
- El filtro de hitos para visualizar y controlar los hitos internos de los subsistemas y las entradas de componentes a calidad para la realización de pruebas funcionales.
- La vista Hoja de Recursos para la incorporación de recursos y el ajuste de sus atributos.
- La vista Uso de Recursos para la gestión del uso de recursos, analizar de forma cómoda alguna redistribución ya que se encuentra esta vista adaptada al proyecto, organizados los recursos personalizados y cuantificados por líneas y a su vez agrupados por roles.
- El Gráfico de Recursos para el análisis de carga de trabajo de los recursos, que pueden ser filtrados por los atributos que poseen.

**Anexo VI: Cronograma de Proyecto. PATDSI - Sistema de Análisis de Datos v1.0**



Redactado por:	<i>Omar Ahmed García Pérez</i>
Fase:	<i>Fase Estructural</i>
Objetivo:	<i>Confección del Cronograma de Proyecto</i>
Precondiciones:	<i>Elaboración de la EDT del proyecto.</i>

**Asunciones del documento****Control de versiones del documento**

Fecha	Versión	Descripción	Autor
4/05/2009	1.0	Creación del Documento	Omar Ahmed García Pérez

**Índice**

Asunciones del documento.....	2
Control de versiones del documento .....	2
Índice.....	3
1. Introducción.....	4
2. Cronograma .....	4
2.1. Hitos.....	4
2.2. Actividades. ....	6
2.2.1. Secuenciación de Actividades.....	13
2.3. Estimación .....	13
2.3.1. Recursos .....	13
2.3.2. Tiempo .....	14
3. Diagramas del cronograma. ....	14

## 1. Introducción

La planificación es el proceso continuo en el que se establecen metas y se definen medios para alcanzar dichas metas, con esta misión se elaboró en el proyecto el plan de gestión del cronograma de desarrollo. Este cronograma de desarrollo tiene como objetivo definir las actividades e hitos a completar durante el desarrollo del ciclo de vida del proyecto, establecer una línea base para la planificación y proveer

## 2. Cronograma

### 2.1. Hitos

ID	Descripción	Clasificación
1	Completamiento de Fase Conceptual	Obligatorio
2	Planeación del desarrollo del proyecto	Obligatorio
9	Definición de estrategia de calidad	Obligatorio
12	Definición de tareas de ingeniería	Obligatorio
15	Obtención de Requisitos del Proyecto	Obligatorio
21	Aceptación de requisitos	Obligatorio
22	Definición de lianamientos de la planificación	Obligatorio
25	Identificación de Riesgos del Proyecto	Obligatorio
30	Confeccionar Plan de Mitigación de Riesgos	Obligatorio
32	Definición de Arquitectura Candidata	Obligatorio
39	Completamiento de Fase de Elaboración	Obligatorio
40	Instalación y configuración del	Obligatorio

PATDSI  
Sistema de Análisis de Datos



	ambiente de desarrollo	
41	Definición de Casos de Uso del Sistema	Obligatorio
44	Definición de Arquitectura del Proyecto	Obligatorio
49	Definición de Modelo de Datos	Obligatorio
55	Definición de Modelo de Diseño	Obligatorio
61	Completamiento de Fase de Construcción	Obligatorio
62	Implementación del sistema Data Mining	Obligatorio
63	Acoplar Módulo model_designer	Obligatorio
67	Acoplar Módulo query_builder	Obligatorio
70	Implementar Módulo manager	Obligatorio
73	Implementar Módulo analysis_flow_viewer	Obligatorio
76	Implementar Módulo analysis_flow_designer	Obligatorio
79	Diseño de Pruebas	Obligatorio
86	Liberación de Pruebas de Calidad	Obligatorio
88	Completamiento de Fase de Cierre y Soporte	Obligatorio
90	Despliegue de la Aplicación	Obligatorio
92	Cierre de Proyectos	Obligatorio

## 2.2. Actividades.

ID	Descripción	Asunciones	Restricciones	Precedencia	AC	Est. Recursos		Est. Tiempo					Progreso	FIC	FCC	FIL	FCL	
						RRHH	Otros		O	MP	P	RT						H
							Desc.	Cant.										
1	Completamiento de Fase Conceptual				No	Yunior M. Almaguer			21d	33d	56d			99%	Jue 2/12/09	Mie 4/1/09	Mar 2/24/09	Lun 4/13/09
2	Planeación del desarrollo del proyecto				No	Yunior M. Almaguer			4d	8d	14d			100%	Jue 2/12/09	Mar 2/24/09	Mar 2/24/09	Vie 3/6/09
3	Definir organización del Proyecto				No	Yunior M. Almaguer			1d	3d	5d			100%	Jue 2/12/09	Lun 2/16/09	Mar 2/24/09	Vie 2/27/09
4	Definir proceso de desarrollo y métricas			3	No	Yunior M. Almaguer			1d	1d	3d			100%	Mar 2/17/09	Mie 2/18/09	Vie 2/27/09	Lun 3/2/09
5	Definir de Roles y Responsabilidades			4SS	No	Yunior M. Almaguer			1d	1d	2d			100%	Mar 2/17/09	Mie 2/18/09	Jue 3/5/09	Vie 3/6/09
6	Definir objetivos e hitos del proyecto			4SS	No	Yunior M. Almaguer			1d	1d	2d			100%	Mar 2/17/09	Mie 2/18/09	Jue 3/5/09	Vie 3/6/09
7	Definir estrategia de despliegue			6SS	No	Thais Casares González, Jose Miguel Cazorla Santana			1d	1d	2d			100%	Mar 2/17/09	Mie 2/18/09	Jue 3/5/09	Vie 3/6/09
8	Confeccionar Plan de Desarrollo de Software			4SS	No	Yunior M. Almaguer			3d	5d	9d			100%	Mar 2/17/09	Mar 2/24/09	Vie 2/27/09	Vie 3/6/09
9	Definición de estrategia de calidad			4SS	No	Yahima Matos Galvez			1.5d	2.5d	3.5d			100%	Mar 2/17/09	Jue 2/19/09	Mar 3/3/09	Vie 3/6/09
10	Definir estrategia de calidad			4SS	No	Yahima Matos Galvez			1d	1d	2d			100%	Mar 2/17/09	Mie 2/18/09	Mar 3/3/09	Jue 3/5/09
11	Confeccionar Plan de Aseguramiento de la Calidad			10SS+0.5d	No	Yahima Matos Galvez			1d	2d	3d			100%	Mar 2/17/09	Jue 2/19/09	Mie 3/4/09	Vie 3/6/09
12	Definición de tareas de ingeniería			2	No	Yunior M. Almaguer			2.5d	3.5d	5.5d			100%	Mar 2/24/09	Vie 2/27/09	Mie 4/8/09	Lun 4/13/09
13	Definir tareas de ingeniería			2	No	Yunior M. Almaguer			1d	2d	3d			100%	Mar 2/24/09	Jue 2/26/09	Mie 4/8/09	Vie 4/10/09

14	Confeccionar Registro de Tareas de Ingeniería			13SS+0.5d	No	Yunior M. Almaguer			2d	3d	5d			100%	Mar 2/24/09	Vie 2/27/09	Mie 4/8/09	Lun 4/13/09
15	<b>Obtención de Requisitos del Proyecto</b>			2	No	Yunior M. Almaguer			9d	13d	23d			100%	Mar 2/24/09	Lun 3/16/09	Vie 3/6/09	Jue 3/26/09
16	Capturar requisitos			2	No	Maylén Bon Pérez, Inna Alfonso Alfonso, Patricia Peña Consuegra			3d	5d	9d			100%	Mar 2/24/09	Mar 3/3/09	Vie 3/6/09	Vie 3/13/09
17	Describir y refinar requisitos			16	No	Maylén Bon Pérez, Inna Alfonso Alfonso, Patricia Peña Consuegra			2d	3d	5d			100%	Mar 3/3/09	Vie 3/6/09	Vie 3/13/09	Mie 3/18/09
18	Confeccionar Matriz de traceabilidad			17	No	Maylén Bon Pérez, Inna Alfonso Alfonso, Patricia Peña Consuegra			1d	1d	2d			100%	Vie 3/6/09	Lun 3/9/09	Mie 3/18/09	Vie 3/20/09
19	Confeccionar Plan de Gestión de Requisitos			18	No	Maylén Bon Pérez, Inna Alfonso Alfonso, Patricia Peña Consuegra			1d	2d	3d			100%	Mar 3/10/09	Mie 3/11/09	Vie 3/20/09	Mar 3/24/09
20	Confeccionar Especificación de Requisitos			19SS	No	Maylén Bon Pérez, Inna Alfonso Alfonso, Patricia Peña Consuegra			2d	3d	5d			100%	Mar 3/10/09	Vie 3/13/09	Vie 3/20/09	Mie 3/25/09
21	Aceptación de requisitos			20	No	Maylén Bon Pérez, Inna Alfonso Alfonso, Patricia Peña Consuegra			1d	1d	2d			100%	Vie 3/13/09	Lun 3/16/09	Mie 3/25/09	Jue 3/26/09
22	<b>Definición de lianamientos de la planificación</b>			2	No	Yunior M. Almaguer			1.5d	1.5d	2.5d			100%	Mar 2/24/09	Mie 2/25/09	Vie 4/10/09	Lun 4/13/09
23	Definir criterios y procedimientos de la planificación			2	No	Omar Ahmed García Pérez, Yunior M. Almaguer			1d	1d	2d			100%	Mar 2/24/09	Mie 2/25/09	Vie 4/10/09	Lun 4/13/09
24	Confeccionar Plan de Gestión del Cronograma			23SS+0.5d	No	Omar Ahmed García Pérez			1d	1d	2d			100%	Mar 2/24/09	Mie 2/25/09	Vie 4/10/09	Lun 4/13/09
25	<b>Identificación de Riesgos del Proyecto</b>			32	No	Yunior M. Almaguer			4d	6d	10d			100%	Mar 3/24/09	Mie 4/1/09	Vie 4/3/09	Lun 4/13/09
26	Identificar riesgos			32	No	Yunior M. Almaguer			1d	1d	2d			100%	Mar 3/24/09	Mie 3/25/09	Vie 4/3/09	Lun 4/6/09
27	Confeccionar Lista de Riesgos			26	No	Yunior M. Almaguer			1d	2d	3d			100%	Mie 3/25/09	Vie 3/27/09	Lun 4/6/09	Mie 4/8/09

28	Definir estrategias de mitigación y tratamiento de riesgos			27	No	Yunior M. Almaguer			1d	1d	2d			100%	Vie 3/27/09	Lun 3/30/09	Mie 4/8/09	Jue 4/9/09
29	Confeccionar Plan de Gestión de Riesgos			28SS	No	Yunior M. Almaguer			1d	2d	3d			100%	Vie 3/27/09	Mar 3/31/09	Jue 4/9/09	Lun 4/13/09
30	Confeccionar Plan de Mitigación de Riesgos			28SS	No	Yunior M. Almaguer			2d	3d	5d			100%	Vie 3/27/09	Mie 4/1/09	Mie 4/8/09	Lun 4/13/09
31	Confeccionar Plan de Capacitación			32	No	Yunior M. Almaguer			1d	1d	2d			100%	Mar 3/24/09	Mie 3/25/09	Vie 4/10/09	Lun 4/13/09
32	<b>Definición de Arquitectura Candidata</b>			15	No	Thais Casares González, Jose Miguel Cazorla Santana			4d	6d	9d			100%	Lun 3/16/09	Mar 3/24/09	Jue 3/26/09	Vie 4/3/09
33	Desarrollar Estado del Arte del producto a desarrollar			15	No	Thais Casares González, Jose Miguel Cazorla Santana			3d	5d	7d			100%	Lun 3/16/09	Lun 3/23/09	Jue 3/26/09	Jue 4/2/09
34	Definir arquitectura candidata			33	No	Thais Casares González, Jose Miguel Cazorla Santana			1d	1d	2d			100%	Lun 3/23/09	Mar 3/24/09	Jue 4/2/09	Vie 4/3/09
35	Confeccionar Documento Visión			2	No	Thais Casares González, Maylén Bon Pérez			2d	3d	5d			100%	Mar 2/24/09	Vie 2/27/09	Mar 4/7/09	Vie 4/10/09
36	Confeccionar Glosario de Términos			35SS	No	Maylén Bon Pérez, Thais Casares González			1d	1d	2d			90%	Mar 2/24/09	Mie 2/25/09	Vie 4/10/09	Lun 4/13/09
37	Confeccionar Plan de Gestión de la Configuración			35	No	Patricia Peña Consuegra			1d	1d	2d			100%	Vie 2/27/09	Lun 3/2/09	Vie 4/10/09	Lun 4/13/09
38	Definir Ambiente de Desarrollo			32	No	Jose Miguel Cazorla Santana ,Thais Casares González			1d	2d	3d			100%	Mar 3/24/09	Jue 3/26/09	Jue 4/9/09	Lun 4/13/09
39	<b>Completamiento de Fase de Elaboración</b>			1FS+3d	Si	Yunior M. Almaguer			13d	22d	34d			63%	Lun 4/6/09	Jue 5/7/09	Jue 4/16/09	Jue 5/7/09
40	Instalación y configuración del ambiente de desarrollo			1FS+3d	No	Jose Miguel Cazorla Santana ,Thais Casares González			3d	5d	7d			100%	Lun 4/6/09	Lun 4/13/09	Jue 4/16/09	Jue 4/23/09
41	<b>Definición de Casos de Uso del Sistema</b>			40SS	No	Yunior M. Almaguer			4d	7d	12d			100%	Lun 4/6/09	Jue 4/16/09	Jue 4/16/09	Mar 4/28/09

42	Definir casos de uso del sistema		40SS	No	Yunior M. Almaguer,Randy de Haz Martínez,Daniel Ben Durán			1d	2d	3d			100%	Lun 4/6/09	Mie 4/8/09	Jue 4/16/09	Lun 4/20/09
43	Describir casos de uso del sistema		42	No	Randy de Haz Martínez,Daniel Ben Durán			3d	5d	9d			100%	Mie 4/8/09	Jue 4/16/09	Lun 4/20/09	Mar 4/28/09
44	<b>Definición de Arquitectura del Proyecto</b>		41	No	Thais Casares González,Jose Miguel Cazorla Santana			5.1d	7.1d	9.1d			80%	Jue 4/16/09	Lun 4/27/09	Mar 4/28/09	Jue 5/7/09
45	Definir responsabilidades de los arquitectos		41	No	Thais Casares González,Jose Miguel Cazorla Santana			1d	1d	2d			100%	Jue 4/16/09	Vie 4/17/09	Mar 4/28/09	Mie 4/29/09
46	Defnir arquitectura del proyecto		45SS+0.1d	No	Thais Casares González,Jose Miguel Cazorla Santana			1d	3d	5d			100%	Jue 4/16/09	Mar 4/21/09	Mar 4/28/09	Vie 5/1/09
47	Confeccionar Documento de Arquitectura		46SS+2d	No	Thais Casares González,Jose Miguel Cazorla Santana			3d	5d	7d			60%	Lun 4/20/09	Lun 4/27/09	Jue 4/30/09	Jue 5/7/09
48	Confeccionar Documento de Arquitectura de Información		47SS	No	Thais Casares González,Jose Miguel Cazorla Santana			1d	2d	3d			90%	Lun 4/20/09	Mie 4/22/09	Mar 5/5/09	Jue 5/7/09
49	<b>Definición de Modelo de Datos</b>		44SS+2d	Si	Thais Casares González			7d	13d	20d			92%	Lun 4/20/09	Jue 5/7/09	Lun 4/20/09	Jue 5/7/09
50	Definir Clases Persistentes		49	Si	Thais Casares González			1d	1d	2d			100%	Lun 4/20/09	Mar 4/21/09	Lun 4/20/09	Mar 4/21/09
51	Confeccionar Modelo Relacional		50SS+1d	Si	Thais Casares González			3d	5d	7d			100%	Mar 4/21/09	Mar 4/28/09	Mar 4/21/09	Mar 4/28/09
52	Generar modelo de datos(script BD)		51	Si	Thais Casares González			1d	1d	2d			100%	Mar 4/28/09	Mie 4/29/09	Mar 4/28/09	Mie 4/29/09
53	Validar modelo de datos		52	Si	Thais Casares González			1d	3d	5d			100%	Mie 4/29/09	Lun 5/4/09	Mie 4/29/09	Lun 5/4/09
54	Confeccionar documento Modelo de Datos		53	Si	Thais Casares González			1d	3d	5d			65%	Lun 5/4/09	Jue 5/7/09	Lun 5/4/09	Jue 5/7/09
55	<b>Definición de Modelo de Diseño</b>		44SS+3d	No	Thais Casares González,Yunior M. Almaguer, Jose Miguel Cazorla			5d	8d	12d			0%	Mar 4/21/09	Vie 5/1/09	Lun 4/27/09	Jue 5/7/09

					Santana													
56	Definir módulos			44SS+3d	No	Thais Casares González, Yuniór M. Almaguer, José Miguel Cazorla Santana			1d	1d	2d			0%	Mar 4/21/09	Mie 4/22/09	Lun 4/27/09	Mar 4/28/09
57	Definir paquetes del diseño			56SS	No	Jose Miguel Cazorla Santana ,Thais Casares González, Yuniór M. Almaguer			1d	1d	2d			0%	Mar 4/21/09	Mie 4/22/09	Lun 4/27/09	Mar 4/28/09
58	Definir escenarios			57	No	Jose Miguel Cazorla Santana ,Thais Casares González, Yuniór M. Almaguer			1d	2d	3d			0%	Mie 4/22/09	Vie 4/24/09	Mar 4/28/09	Jue 4/30/09
59	Definir clases del diseño			58	No	Jose Miguel Cazorla Santana ,Thais Casares González, Yuniór M. Almaguer			3d	5d	7d			0%	Vie 4/24/09	Vie 5/1/09	Jue 4/30/09	Jue 5/7/09
60	Definir colaboraciones y secuencia de operaciones			59SS	No	Jose Miguel Cazorla Santana ,Thais Casares González, Yuniór M. Almaguer			3d	5d	7d			0%	Vie 4/24/09	Vie 5/1/09	Jue 4/30/09	Jue 5/7/09
61	<b>Completamiento de Fase de Construcción</b>			39FS+5d	Si	Jose Miguel Cazorla Santana			57d	75d	107d			0%	Jue 5/14/09	Vie 8/28/09	Jue 5/14/09	Vie 8/28/09
62	<b>Implementación del sistema Data Mining</b>			39FS+5d	Si	Yuniór M. Almaguer			36d	54d	79d			0%	Jue 5/14/09	Jue 7/30/09	Jue 5/14/09	Jue 7/30/09
63	<b>Acoplar Módulo model_designer</b>			39FS+5d	Si	Daniel Ben Durán			9d	12d	18d			0%	Jue 5/14/09	Lun 6/1/09	Jue 5/14/09	Lun 6/1/09
64	Acoplar Acción buildModelAction			39FS+5d	Si	Daniel Ben Durán			4d	6d	9d			0%	Jue 5/14/09	Vie 5/22/09	Jue 5/14/09	Vie 5/22/09
65	Acoplar Acción buildDataStoreAction			64SS	Si	Daniel Ben Durán			6d	9d	12d			0%	Jue 5/14/09	Mie 5/27/09	Jue 5/14/09	Mie 5/27/09
66	Acoplar Acción buildDataStoreAction			65SS	Si	Daniel Ben Durán			9d	12d	18d			0%	Jue 5/14/09	Lun 6/1/09	Jue 5/14/09	Lun 6/1/09
67	<b>Acoplar Módulo query_builder</b>			63	Si	Randy de Haz Martínez			9d	14d	21d			0%	Lun 6/1/09	Lun 6/22/09	Lun 6/1/09	Lun 6/22/09

68	Acoplar Acción saveQueryAction			63	Si	Randy de Haz Martínez			5d	9d	14d			0%	Lun 6/1/09	Vie 6/12/09	Lun 6/1/09	Vie 6/12/09
69	Acoplar Acción resultQueryAction			68SS	Si	Randy de Haz Martínez			9d	14d	21d			0%	Lun 6/1/09	Lun 6/22/09	Lun 6/1/09	Lun 6/22/09
70	<b>Implementar Módulo manager</b>			67	Si	Jose Miguel Cazorla Santana			7d	11d	14d			0%	Lun 6/22/09	Lun 7/6/09	Lun 6/22/09	Lun 7/6/09
71	Implementar Acción addCategoryAction			67	Si	Rachel Olivera Hernández,Randy de Haz Martínez			3d	7d	9d			0%	Lun 6/22/09	Mar 6/30/09	Lun 6/22/09	Mar 6/30/09
72	Implementar Acción addKnowledgeAction			71SS	Si	Rachel Olivera Hernández,Randy de Haz Martínez			7d	11d	14d			0%	Lun 6/22/09	Lun 7/6/09	Lun 6/22/09	Lun 7/6/09
73	<b>Implementar Módulo analysis_flow_viewer</b>			70	Si	Thais Casares González			5d	8d	12d			0%	Mar 7/7/09	Vie 7/17/09	Mar 7/7/09	Vie 7/17/09
74	Implementar Acción executeFlowAction			70	Si	Patricia Peña Consuegra,Inna Alfonso Alfonso,Daniel Ben Durán			4d	6d	9d			0%	Mar 7/7/09	Mie 7/15/09	Mar 7/7/09	Mie 7/15/09
75	Implementar Acción exportAction			74SS	Si	Patricia Peña Consuegra,Inna Alfonso Alfonso,Daniel Ben Durán			5d	8d	12d			0%	Mar 7/7/09	Vie 7/17/09	Mar 7/7/09	Vie 7/17/09
76	<b>Implementar Módulo analysis_flow_designer</b>			73	Si	Yunior M. Almaguer			6d	9d	14d			0%	Vie 7/17/09	Jue 7/30/09	Vie 7/17/09	Jue 7/30/09
77	Implementar Acción addFlowAction			73	Si	Yahima Matos Galvez,Maylén Bon Pérez			6d	9d	14d			0%	Vie 7/17/09	Jue 7/30/09	Vie 7/17/09	Jue 7/30/09
78	Implementar Acción addFlowAction			77SS	No	Yahima Matos Galvez,Maylén Bon Pérez			3d	5d	7d			0%	Vie 7/17/09	Vie 7/24/09	Jue 7/23/09	Jue 7/30/09
79	<b>Diseño de Pruebas</b>			62SS+12d	No	Yunior M. Almaguer			45d	50d	65d			0%	Lun 6/1/09	Mar 8/11/09	Jue 6/18/09	Vie 8/28/09
80	Diseñar Casos de Prueba			62SS+12d	No	Yahima Matos Galvez			45d	50d	60d			0%	Lun 6/1/09	Mar 8/11/09	Jue 6/18/09	Vie 8/28/09
81	Confeccionar Plan de Pruebas			80SS+21d	No	Yahima Matos Galvez			7d	9d	13d			0%	Mar 6/30/09	Lun 7/13/09	Lun 8/17/09	Vie 8/28/09

82	Confeccionar Registro de Prueba Unitaria o de Integración			80SS+5d	No	Yahima Matos Galvez			35d	45d	60d			0%	Lun 6/8/09	Mar 8/11/09	Jun 6/25/09	Vie 8/28/09
83	<b>Planificación de Despliegue</b>			62	No	Thais Casares González, Jose Miguel Cazorla Santana			1.5d	3.5d	5.5d			0%	Jue 7/30/09	Mar 8/4/09	Mar 8/25/09	Vie 8/28/09
84	Modelar despliegue			62	No	Thais Casares González, Jose Miguel Cazorla Santana			1d	2d	5d			0%	Jue 7/30/09	Lun 8/3/09	Mar 8/25/09	Jue 8/27/09
85	Confeccionar Modelo de Despliegue			84SS+0.5d	No	Thais Casares González, Jose Miguel Cazorla Santana			1d	3d	5d			0%	Vie 7/31/09	Mar 8/4/09	Mar 8/25/09	Vie 8/28/09
86	<b>Liberación de Pruebas de Calidad</b>			62	Si	Marielis Izquierdo			14d	21d	28d			0%	Jue 7/30/09	Vie 8/28/09	Jue 7/30/09	Vie 8/28/09
87	Ejecución de Pruebas			62	Si	Marielis Izquierdo			14d	21d	28d			0%	Jue 7/30/09	Vie 8/28/09	Jue 7/30/09	Vie 8/28/09
88	<b>Completamiento de Fase de Cierre y Soporte</b>			61FS+3d	Si	Yunior M. Almaguer			41d	54d	75d			0%	Mie 9/2/09	Mie 11/18/09	Mie 9/2/09	Mie 11/18/09
89	Confeccionar Manual de Usuario			61FS+3d	Si	Patricia Peña Consuegra, Inna Alfonso Alfonso			10d	14d	21d			0%	Mie 9/2/09	Mar 9/22/09	Mie 9/2/09	Mar 9/22/09
90	<b>Despliegue de la Aplicación</b>			89	Si	Yunior M. Almaguer			28d	35d	45d			0%	Mie 9/23/09	Mie 11/11/09	Mie 9/23/09	Mie 11/11/09
91	Desplegar Aplicación			89	Si	Yunior M. Almaguer			28d	35d	45d			0%	Mie 9/23/09	Mie 11/11/09	Mie 9/23/09	Mie 11/11/09
92	<b>Cierre de Proyectos</b>			91	Si	Yunior M. Almaguer			3d	5d	9d			0%	Mie 11/11/09	Mie 11/18/09	Mie 11/11/09	Mie 11/18/09
93	Cerrar Proyecto			91	Si	Yunior M. Almaguer			3d	5d	9d			0%	Mie 11/11/09	Mie 11/18/09	Mie 11/11/09	Mie 11/18/09



### 2.2.1. Secuenciación de Actividades

Se decide dejar un espacio de tiempo con un intervalo variable de 3 a 5 días, en dependencia del monto de trabajo, entre cada una de las fases de desarrollo con la función de actuar como colchón de tiempo para labores organizativas necesarias para el comienzo de toda iteración que se planifican en detalle con la aproximación de estas.

La activ. *Confeccionar Plan de Aseguramiento de la Calidad* (11) tiene una relación de precedencia II(Inicio - Inicio) con la activ. *Definir estrategia de calidad* (10) con un retraso de 0.5 días debido a que el Plan de Aseguramiento de la Calidad se va confeccionando sobre la marcha de la activ. 10.

La activ. *Confeccionar Registro de Tareas de Ingeniería* (14) tiene una relación de precedencia II(Inicio - Inicio) con la activ *Definir tareas de ingeniería* (13) con un retraso de 0.5 días debido a que el Registro de Tareas de Ingeniería se va confeccionando sobre la marcha de la activ. 13.

La activ. *Confeccionar Plan de Gestión del Cronograma* (24) tiene una relación de precedencia II(Inicio - Inicio) con la activ *Definir criterios y procedimientos de la planificación* (23) con un retraso de 0.5 días debido a que el Plan de Gestión del Cronograma se va confeccionando sobre la marcha de la activ. 23.

Durante el completamiento del hito *Definición de Arquitectura del Proyecto* (44) las actividades con ID: 45, 46, 47 presentan relaciones de precedencia II(Inicio - Inicio) con retrasos entre diferentes entre ellas porque las tres actividades se complementan y comparten información necesaria para su cumplimiento que se va obteniendo a medida que están se desarrollan. Como presentan cierto grado de simultaneidad se decide definir la relación de dependencia de la manera descrita anteriormente con el objetivo de aprovechar tiempo.

Los hitos *Definición de Modelo de Diseño* (55) y *Definición de Modelo de Datos* (49) tienen una relación de precedencia II(Inicio - Inicio) con el hito *Definición de Arquitectura del Proyecto* (44) con un atraso de 3 y 2 días respectivamente porque durante la confección de la propuesta de arquitectura se definen importantes criterios a tener en cuenta durante la definición del modelo de diseño y del modelo de datos, tareas que con cierto grado de simultaneidad se pueden ir gestionando.

## 2.3. Estimación

### 2.3.1. Recursos

Se asume que los únicos recursos, además de los humanos, a emplear durante el transcurso de las fases conceptual, estructural, de ejecución, y de control son las estaciones de trabajo asignadas a cada de uno de los miembros del proyecto y los servidores dedicados del centro, los que no se tienen en cuenta en el primer caso por estar delegados a la asignación de miembros por estación de trabajo y en el segundo

debido a la permanente disponibilidad de los servidores en horario laborable. En la fase de cierre se disponen de otros recursos, todavía no contemplados, especialmente para el desarrollo de tareas como el despliegue del sistema.


### **2.3.2. Tiempo**

- **Tiempo estimado de duración del proyecto:** 200 días.
- **Horas de trabajo estimadas:** 6110 hrs.
- **Fecha de comienzo estimada:** 12/2/2009
- **Fecha de fin estimada:** 18/11/2009

### **3. Diagramas del cronograma.**

Los diagramas del cronograma no se presentan en este documento debido a que la extensión de estos (producto a la cantidad de actividades presentes en el cronograma) impide su debida apreciación en el formato establecido para este documento. Para su posterior consulta dichos diagramas se pueden visualizar con la herramienta de software empleada para gestionar la planificación.

**Anexo VII: Aval emitido por la dirección del CENTALAD.**

	<b>CENTALAD</b> Centro de Tecnologías de Almacenamiento y Análisis de Datos
---	--

**AVAL**

La dirección del Centro de Tecnologías de Almacenamiento y Análisis de Datos (**CENTALAD**) radicada en la Universidad de las Ciencias Informáticas, y en su nombre el Ing. Yunior Miguel Almager Bajuelo y el Ing. Henrik Pestano Pino, con poderes suficientes para obligarle en este acto, según resulta de la verificación de la representación de la parte inferior de este documento.

**AVALA**

Al estudiante: Omar Ahmed García Pérez, miembro activo de la plantilla del Grupo de Desarrollo del **CENTALAD** y diplomante desarrollando la investigación titulada: Propuesta de Modelo de Gestión de Tiempo para el Centro de Tecnologías de Almacenamiento y Análisis de Datos (**CENTALAD**) para optar por el título de Ingeniero en Ciencias Informáticas, por los resultados obtenidos durante la aplicación hasta al momento del modelo propuesto en el proyecto para desarrollar la solución informática Sistema de Análisis de Datos, herramienta incluida en el Paquete de Ayuda a la Toma de Decisiones y Sistemas Inteligentes(**PATDSI**), producto en desarrollo en el **CENTALAD**, evidenciándose lo siguiente durante el período de aplicación de la propuesta:

- Existe una mejora apreciable en el cumplimiento de los plazos de tiempo establecidos para el completamiento de las actividades planificadas, así como en el cumplimiento de los compromisos establecidos con el cliente hasta el momento.
- Existe una reducción de la razón de convergencia de recursos críticos durante su explotación, así como una asignación de estos más eficiente y temprana.
- Se sentaron las bases para un mecanismo de control y seguimiento del cronograma bastante exhaustivo y eficaz.

El presente aval estará en vigor hasta que el Centro de Tecnologías de Almacenamiento y Análisis de Datos (**CENTALAD**) o quien en su nombre sea habilitado para ello autorice su cancelación o



**CENTALAD**  
Centro de Tecnologías de  
Almacenamiento y Análisis de Datos

devolución. Y a todos los efectos procedentes, se suscribe la presente, en dos (2) ejemplares a un mismo tenor y efectos, en la Ciudad de La Habana a los 8 días del mes de Mayo del año 2009.

Líder de Proyecto

Ing. Yúnior Miguel Almaguer Bajuelo



Sub-Director del CENTALAD

Ing. Henrik Pestano Pino