



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

**TESINA DE SEMINARIO**

**“ADMNISTRACION DE COSTOS EN EL DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACION”**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN CIENCIAS COMPUTACIONALES  
ORIENTACIÓN SISTEMAS TECNOLÓGICOS**

Presentado por:  
**VÍCTOR HUGO PÉREZ ALEMAN**

Guayaquil – Ecuador

2014

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a todas las personas que de uno u otro modo ayudaron con la realización de este trabajo y en especial al Ing. Lenin Freire director de tesis, por su invaluable ayuda.

## **DEDICATORIA**

Dedicada a Dios, a mis padres, a mi esposa e hijos, que fueron mi apoyo durante todo este tiempo.

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en esta Tesina de graduación, me corresponde exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”

(Reglamento de exámenes y títulos profesionales de la ESPOL)

---

VÍCTOR HUGO PÉREZ ALEMAN

## **TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

MSIG. Lenín Freire Cobos.

**PROFESOR DEL SEMINARIO DE GRADUACIÓN**

---

MSIG. Néstor Arreaga A.

**PROFESOR DELEGADO DEL DECANO**

## **RESUMEN**

El presente trabajo de tesis está dividido en los siguientes cinco capítulos:

En el primer capítulo se realiza una descripción del proceso para estimar los costos en un proyecto. Se definen los documentos necesarios y se explican los métodos o herramientas para realizar las estimaciones.

El segundo capítulo describe los pasos para determinar el presupuesto del proyecto. Se enumeran y explican los documentos que sirven como entradas para la determinación del presupuesto así como las herramientas a utilizar y los documentos que se obtienen al aplicar las herramientas en dicho proceso.

El tercer capítulo describe los pasos para el control de los costos, al igual que los capítulos anteriores se hace una descripción de las entradas, los métodos y las salidas para el control exitoso de los costos.

El cuarto capítulo explica el método EVA, su esencia y los pasos a seguir para aplicarlo. Se explican además los indicadores y a parámetros utilizados cuando se aplica el método y cómo interpretar dichos valores.

Por último en el quinto capítulo se realiza un ejercicio práctico donde se aplican los conocimientos relacionados con la Gestión de Costos adquiridos durante la realización del presente trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA	iii
DECLARACIÓN EXPRESA	iv
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	v
RESUMEN	vi
INDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ABREVIATURAS	xvi
INTRODUCCIÓN	xvii
<b>CAPÍTULO 1</b>	<b>1</b>
1. ESTIMACIÓN DE COSTOS.	1
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.	1
1.1.1 Entrada	7
1.1.1.1 Factores Ambientales de la Empresa	8
1.1.1.2 Activos de los Procesos de la Organización	8
1.1.1.3 Enunciado del Alcance del Proyecto	10
1.1.1.4 Estructura de Desglose del Trabajo	12
1.1.1.5 Diccionario de la Estructura de Desglose del Trabajo	12

1.1.1.6	Plan de Gestión del Proyecto	12
1.1.2	Herramientas y Técnicas	14
1.1.2.1	Estimación Análoga	155
1.1.2.2	Determinación de Tarifas de Costos de Recursos	15
1.1.2.3	Estimación Ascendente	16
1.1.2.4	Estimación Paramétrica	18
1.1.2.5	Software de Gestión de Proyectos	19
1.1.2.6	Análisis de Propuestas para Licitaciones	19
1.1.2.7	Análisis de Reserva	20
1.1.2.8	Costo de Calidad	20
1.1.2.9	Juicio de Expertos	22
1.1.2.10	Estimación por Tres Valores	23
1.1.3	Salidas	24
1.1.3.1	Estimaciones de Costos de las Actividades	24
1.1.3.2	Información de Respaldo de la Estimación de Costes de Actividades	255
1.1.3.3	Cambios solicitados	26
1.2	Instrumentos Utilizados en la Estimación de Costos	26
1.2.1	COCOMO	26
1.2.1.1	Modelo Básico	28
1.2.1.2	Modelo Intermedio	30
1.2.1.3	Modelo Detallado	33
1.2.2	BAILEY – BASILI	33

1.2.3	Estimaciones de LDC y PF _____	35
1.2.4	SLIM _____	37
1.3	Problema de Estimación de Costos en la Industria de software _____	38
<b>CAPITULO 2 _____</b>		<b>41</b>
2.	<b>DISEÑO DEL PRESUPUESTO _____</b>	<b>41</b>
2.1.	Entradas _____	41
2.1.1	Enunciado del Alcance del Proyecto _____	41
2.1.2	Estructura de Desglose del Trabajo _____	42
2.1.3	Diccionario de EDT _____	43
2.1.4	Estimaciones de Costos de las Actividades _____	44
2.1.5	Información de Respaldo de la Estimación de Costos de las Actividades _____	45
2.1.6	Cronograma del Proyecto _____	45
2.1.7	Calendarios de Recursos _____	48
2.1.8	Contrato _____	48
2.1.9	Plan de Gestión de Costos _____	49
2.2	Herramientas y Técnicas _____	49
2.2.1	Suma de Costos _____	49
2.2.2	Análisis de Reserva _____	50
2.2.3	Estimación Paramétrica _____	51
2.2.4	Conciliación del Límite de la Financiación _____	51
2.3	Salidas _____	52
2.3.1	Línea Base de Costo _____	52

2.3.2	Requisitos para la Financiación del Proyecto	53
2.3.3	Actualización del Plan de Gestión de Costos	54
2.3.4	Cambios solicitados	54
2.4	Modelos de Presupuesto	55
2.4.1	Directos e Indirectos	55
2.4.2	Fijos y Variables	56
2.4.3	Fuentes y Usos	57
<b>CAPITULO 3</b>		<b>59</b>
3.	Control de Costos	59
3.1.	Entradas	61
3.1.1	Línea Base de Costo	61
3.1.2	Requisitos de Financiación del Proyecto	61
3.1.3	Informes de Rendimiento	62
3.1.4	Información sobre el Rendimiento del Trabajo	62
3.1.5	Solicitudes de Cambio Aprobadas	63
3.1.6	Plan de Gestión del Proyecto	64
3.2	Herramientas y Técnicas	64
3.2.1	Sistema de Control de Cambios del Costo	64
3.2.2	Análisis de Medición del Rendimiento	65
3.2.3	Proyecciones	66
3.2.4	Revisiones del Rendimiento del Proyecto	67
3.2.5	Software de Gestión de Proyecto	68
3.2.6	Gestión de Variación	68

3.3	Salidas	69
3.3.1	Actualización de las Estimaciones de Costos	69
3.3.2	Actualización de la Línea Base de Costo	69
3.3.3	Mediciones del Rendimiento	69
3.3.4	Conclusión Proyectada	70
3.3.5	Cambios Solicitados	70
3.3.6	Acciones Correctivas Recomendadas	70
3.3.7	Actualización de los Activos de los Procesos de la Organización	71
3.3.8	Actualización del Plan de Gestión del Proyecto	71
<b>CAPITULO 4</b>		<b>72</b>
4.	Análisis del Valor Ganado	72
4.1	Pasos para el Análisis	73
4.1.1	Integración	73
4.1.2	Cuentas de Control	73
4.1.3	Métodos de Medición del Trabajo	73
4.1.4	Cambios de la Línea Base	75
4.1.5	Variación	75
4.1.6	Índices	77
4.1.7	Análisis de Proyecciones	78
4.1.8	Índice de Desempeño para Concluir	78
<b>CAPITULO 5</b>		<b>79</b>

5.1	Antecedentes	79
5.2	Estimaciones de Costos	81
5.2.1	Entradas	81
5.2.2	Herramientas y Técnicas	85
5.2.3	Salidas	88
5.3	Determinar Presupuesto	91
5.3.1	Entradas	91
5.3.2	Herramientas y Técnicas	91
5.3.3	Salidas	95
5.4	Control de Costos	95
5.4.1	Integración	96
5.4.2	Cuentas de Control	96
5.4.3	Métodos de Medición del Trabajo	96
5.4.4	Cambios a Línea Base	97
5.4.5	Indicadores de Variación	97
5.4.6	Índice de Desempeño	104
5.4.7	Análisis de Proyecciones	107
5.4.8	Índice de Desempeño de Trabajo por Completar (TCPI)	110
5.4.9	Conclusiones de Análisis	114
	CONCLUSIONES	115
	RECOMENDACIONES	117
	BIBLIOGRAFIA	119



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b>	Descripción General de la Gestión de Costos de Proyecto.....	3
<b>Figura 1.2</b>	Etapas del proceso de Estimación de Costos.....	6
<b>Figura 1.3</b>	Descomposición de un proyecto en actividades o paquetes de trabajo para una estimación ascendente de costo.....	17
<b>Figura 1.4</b>	Clasificaciones de costos de calidad.....	21
<b>Figura 2.1</b>	Ejemplo de diagrama de red de cronograma del proyecto.....	45
<b>Figura 2.2</b>	Ejemplo de diagrama de barras de cronograma del proyecto....	46
<b>Figura 2.3</b>	Ejemplo de diagrama de hitos de cronograma del proyecto.....	46
<b>Figura 2.4</b>	Ejemplo de línea base de costo representada por curva S .....	52
<b>Figura 2.5</b>	Grafico de Punto de Equilibrio.....	57
<b>Figura 5.1</b>	Cronograma del Proyecto “ <b>SIUG Contable</b> ” .....	83

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.1</b>	Modelo COCOMO básico.....	28
<b>Tabla 1.2</b>	Parámetros de COCOMO Intermedio.....	29
<b>Tabla 1.3</b>	Factores de Costo COCOMO.....	32
<b>Tabla 1.4</b>	Parámetros para el cálculo.....	33
<b>Tabla 2.1</b>	Ejemplo de Desglose de Trabajo.....	42
<b>Tabla 5.1</b>	Estructura de Desglose del Proyecto “ <b>SIUG Contable</b> ”.....	80
<b>Tabla 5.2</b>	Actividades globales y sus costos.....	85
<b>Tabla 5.3</b>	Estimación de costos de Actividades.....	86
<b>Tabla 5.4</b>	Análisis de Reserva.....	90
<b>Tabla 5.5</b>	Estimación Ascendente.....	90

## **ABREVIATURAS**

<b>AC</b>	Actual Cost
<b>BAC</b>	Budget at Completion
<b>COCOMO</b>	Constructive Cost Model
<b>CPI</b>	Cost Performance Index
<b>SIUG</b>	Sistemas Informáticos de última generación
<b>CV</b>	Cost Variance
<b>EAC</b>	Estimate at Conclusion
<b>ESPOL</b>	Escuela Superior Politécnica del Litoral
<b>ETC</b>	Estimate to Complete
<b>EV</b>	Earned Value
<b>EVA</b>	Earned Value Analysis
<b>EVM</b>	Earned Value Management
<b>LRE</b>	Last Review Estimate
<b>PMB</b>	Performance Measure Baseline
<b>PMI</b>	Project Management Institute
<b>PMP</b>	Project Management Professional
<b>PV</b>	Planned Value
<b>SPI</b>	Schedule Performance Index
<b>SV</b>	Schedule Variance
<b>TCPI</b>	To Complete Performance Index
<b>TIC</b>	Tecnología de la Información y la Comunicación.

## INTRODUCCIÓN

Cada vez es más frecuente que las organizaciones, independientemente de su naturaleza, pretendan lograr sus objetivos mediante la realización de actividades a través de proyectos y no con esfuerzos aislados y dispersos, dentro de estos se han destacado las TICs. Por ello, la dirección de proyectos se ha convertido en una herramienta poderosa en los negocios, pues permite centrar las acciones y estrategias de las organizaciones, contribuyendo al incremento de sus beneficios optimizando los recursos.

Dentro de la dirección de proyectos, resulta de vital importancia la planeación de los costos, la cual es fundamental para la administración de un proyecto, pues aumenta las posibilidades de éxito durante la ejecución del mismo; centrándose la presente investigación en el estudio y aplicación de las herramientas que permiten alcanzar dicho resultado.

La actual investigación tiene como objetivo la gestión de costos del Sistema Informático Contable Financiero **SIUG** según el PMBOK, realizándose una estimación de los costos de dicho sistema informático, elaborándose su presupuesto; así como, una guía de actividades de monitoreo y control de costos; destacándose la importancia de la planeación de los costos, como parte de la dirección de proyectos.

# **CAPÍTULO 1**

## **1. ESTIMACIÓN DE COSTOS.**

### **1.1. Descripción del proceso**

La Gestión de los Costos dentro de un proyecto comprende los procesos involucrados en las etapas de planificación, preparación del presupuesto y control de costos, de tal manera que el proyecto se pueda completar dentro del presupuesto aprobado. La misma incluye tres procesos fundamentales que interactúan entre si y también con los procesos de otras áreas de conocimientos relacionadas, las cuales son: Estimación de Costos, Preparación de Presupuesto de Costos, y Control de Costos.

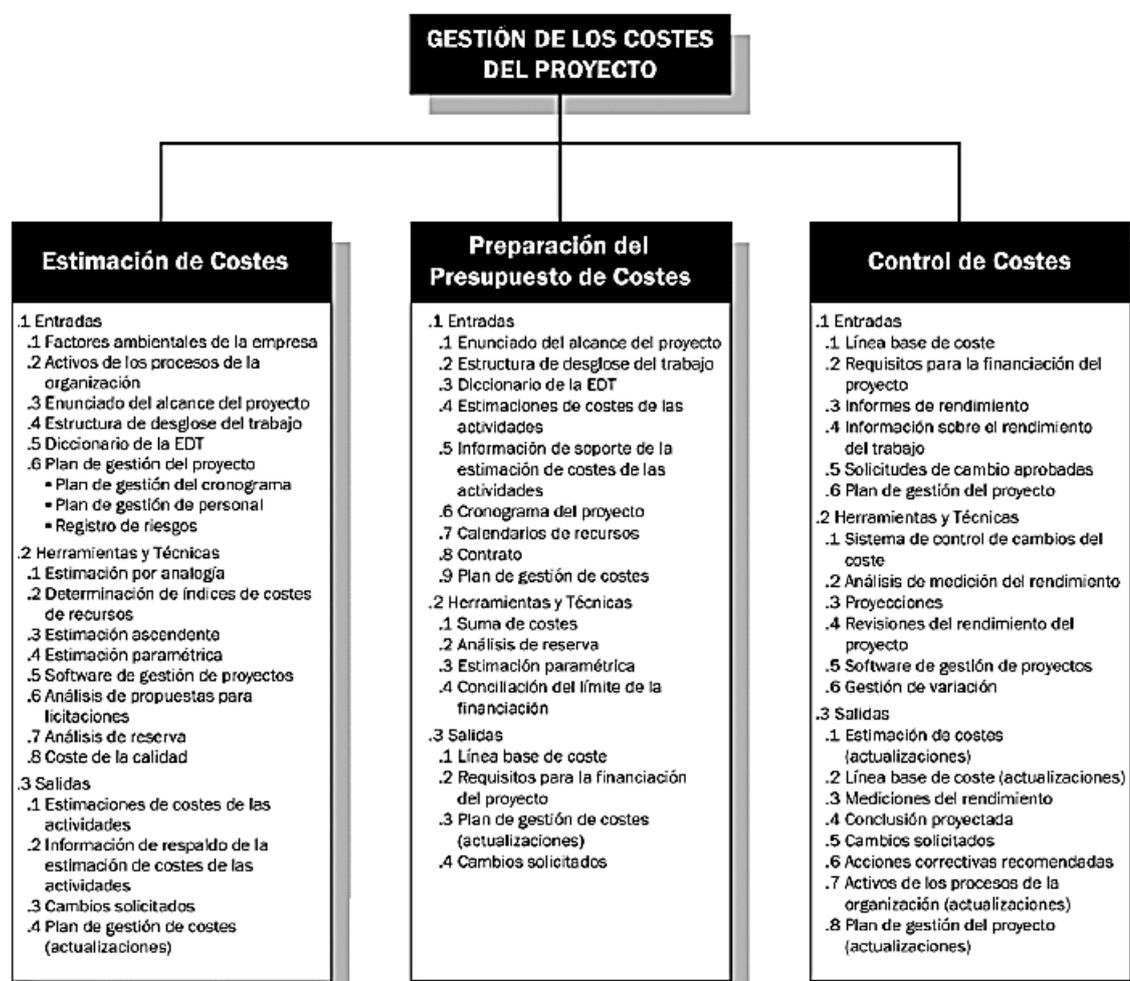
La Estimación de Costos desarrolla un acercamiento a los costos de los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto. Además, la preparación del presupuesto de costos tiene como función adicionar los costos estimados de las actividades individuales o paquetes de trabajo a fin de establecer una línea base de coste.

Según (Project Management Institute, 2004), cada proceso puede involucrar el trabajo de varias personas, en función de los requerimientos del proyecto.

La Gestión de Costos dentro de un proyecto es aquella que planifica el costo de todos los recursos que se requieren para cumplir las actividades establecidas en el cronograma. Pero además se debería tomar en cuenta qué efecto tiene sobre los costos las disposiciones que se han adoptado en el proyecto. Según el PMBOK se le conoce como Cálculo de Costos del ciclo de vida.

El cálculo de costo del ciclo de vida de un proyecto, auxiliándose de las técnicas de ingeniería del valor, puede contribuir al mejoramiento de la toma de decisiones, y a su vez se usa para la reducción de costo y tiempo de ejecución, trayendo consigo un perfeccionamiento de la calidad y rendimiento del producto final del proyecto.

La gestión de costos cobra valor para cualquier empresa y representa actualmente una estrategia financiera a tener muy en cuenta al desarrollar cualquier proyecto dado que permite controlar efectivamente los recursos. La gestión de costos es materia de interés creciente por la necesidad que tienen las empresas de mejorar su competitividad. (Valenzuela, 2013)



**Figura 1.1** Descripción General de la Gestión de Costos de Proyecto

Fuente:(Project Management Institute, 2004)

Según criterio de (Valenzuela, 2013), la estimación de costos de un proyecto, como uno de los procesos que intervienen en la gestión de costos, implica manejar efectivamente el costo del mismo, para lo cual es necesario planificar los recursos involucrados, estimar el costo de uso, preparar el presupuesto del proyecto, manejar la tesorería y controlar los cambios en los desembolsos del presupuesto.

Además, (Sánchez Florentino, Bonilla, & Payano Valenzuela, 2012) plantean que la estimación de costos es el proceso seguido para desarrollar una aproximación de costos de los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto.

El planteamiento de (Project Management Institute, 2004) es de que la estimación de costos de las actividades del cronograma implica desarrollar una aproximación de costos de los recursos necesarios para completar cada fase o actividad del cronograma. Al hacer la aproximación de los costos, el estimador debe considerar cuales son posibles causas de variación de las estimaciones de costos, incluyendo los riesgos.

La estimación de costos comprende, entre otras tareas, la identificación y valoración de diversas variantes de costos. El proceso de estimación de

costos evalúa si las reducciones de costos esperadas pueden compensar el costo del trabajo adicional de diseño.

La estimación de costos por lo general se expresa a través de unidades monetarias lo cual permite realizar comparaciones tanto internamente de un proyecto como entre diferentes propuestas de proyectos. Ocasionalmente se pueden utilizar unidades de medida asociadas al esfuerzo o tiempo de realización, tales como: horas de trabajo, días de trabajo, horas/hombre, junto con sus estimaciones de costos, facilitando así un adecuado control de gestión.

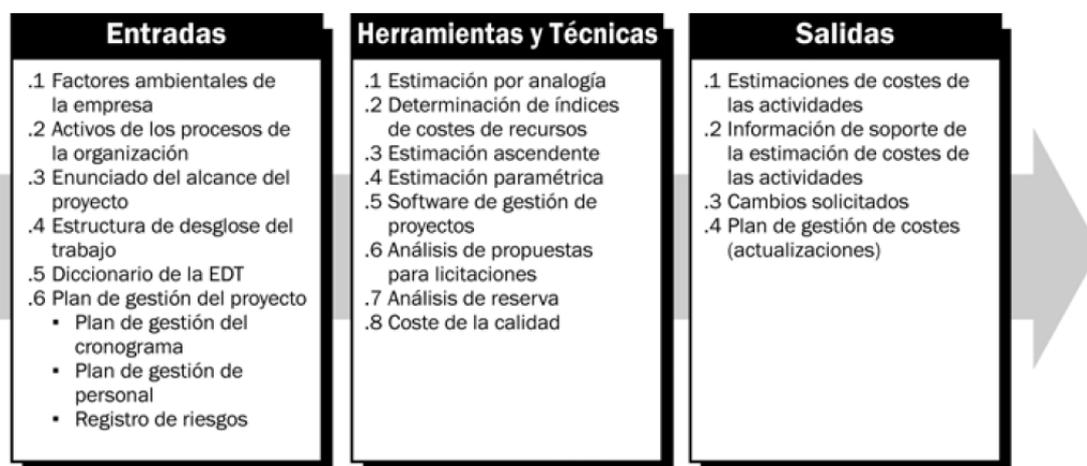
Una de las posibilidades que brinda la estimación de costos, es que puede mejorarse la misma durante el transcurso del proyecto, a través de refinamientos, en la medida en que vayan apareciendo detalles a disposición de la persona que ejecuta la labor de estimación. En la medida en que avance el proyecto a lo largo de su ciclo de vida, mayor será la exactitud de la estimación de costos del mismo.

Según estudios de (Project Management Institute, 2004), generalmente al iniciarse un proyecto, la estimación aproximada de orden de magnitud, más conocida como ROM, es de un rango entre -50 a +100% de efectividad. En etapas posteriores de su realización, a medida que se va obteniendo más

información, estas estimaciones pueden verse reducidas a un rango de -10 a +15%.

Es importante apuntar que deben estimarse los costos de todos los recursos a emplearse en las actividades del cronograma del proyecto: mano de obra, materiales, equipos, servicios, instalaciones, así como categorías especiales tales como una asignación por inflación o costos añadidos por una contingencia ocurrida. Viéndolo con mayor profundidad, la estimación de costos de una actividad del cronograma es una evaluación cuantitativa de los costos estimados de los recursos posibles de los recursos que se necesitan para dar una finalización efectiva a dicha actividad.

A manera de conclusión, puede decirse que el proceso de estimación de costos comprende tres etapas fundamentales, en el siguiente orden: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas, como lo muestra la figura 1.2.



**Figura 1.2** Etapas del proceso de Estimación de Costos.

A continuación se detallan cada una de las etapas relacionadas:

### 1.1.1. Entrada

Según la metodología PMBOK(Project Management Institute,2004), la información inicial, o entradas, de un proyecto de estimación de costos, comprende: los factores ambientales de la empresa, los activos de los procesos dentro de la organización, la descripción del alcance del proyecto, la estructura del desglose del trabajo, el diccionario de la EDT, y el plan de gestión del proyecto. Este último a su vez, contempla los planes de gestión del cronograma y de gestión del personal y el registro de riesgos.

#### **1.1.1.1. Factores Ambientales de la Empresa**

El proceso de estimación de costos tiene en cuenta como factores ambientales de la empresa:

- Las condiciones del mercado: especifica que productos, servicios y resultados están disponibles en el mercado, a quién pertenecen y en qué términos y condiciones.
- Las bases de datos comerciales: contienen generalmente la información sobre los ratios de costos de recursos, dado que realizan el seguimiento de las habilidades y los costos de los recursos humanos, así como proporcionan los estándares de costo de materiales y equipos. Otra fuente a consultar son las listas de precios de publicadas por los propios vendedores y distribuidores.

#### **1.1.1.2. Activos de los Procesos de la Organización**

Estos elementos, clasificados igualmente como Entradas del proceso de Estimación de Costos, no son más que políticas, procedimientos y guías formales e informales existentes que guardan relación con la estimación de costos. Las mismas se tienen en cuenta durante el desarrollo del plan de gestión de costos, la selección de las herramientas de estimación de costos, y los métodos de seguimiento y control que deben utilizarse para el proceso. Entre los fundamentales, resulta imprescindible mencionar los siguientes:

- Políticas de estimación de costos: se refiere a los casos en que algunas organizaciones ya tienen preestablecidos enfoques en cuanto a la estimación de costos. En caso de que existan los mismos, el proyecto debe operar dentro de los límites definidos por estas políticas.
- Plantillas de estimación de costos: se refiere a que algunas organizaciones han elaborado plantillas o formularios estándares para usarse por el equipo del proyecto. Basándose en su aplicación y utilidad en trabajos anteriores, la organización puede perfeccionar estas plantillas de manera sostenida.
- Información histórica: se refiere a la información que pertenece al producto o servicio del proyecto, siendo obtenible de diferentes fuentes internas de la organización, que tiene una posible influencia en el costo del proyecto.
- Archivos de proyecto: se refiere a los registros de rendimiento de proyectos anteriores, elaborados por una o más organizaciones de las que estén involucradas en el proyecto, y que sirvan como auxilio en el desarrollo de las estimaciones de costo. Puede ocurrir en algunos

casos, que en vez de organizaciones, sean miembros individuales quienes tengan tales registros.

- Conocimiento del equipo del proyecto: se refiere a que algunos individuos de los involucrados en el proyecto, pueden recordar costos reales o estimaciones de costos anteriores. Dado que dichos recuerdos no estarán guardados en un registro, como el caso de los archivos de proyecto, son menos fiables que éstos.

#### **1.1.1.3. Enunciado del Alcance del Proyecto**

La descripción del alcance del proyecto detalla la necesidad de negocio, requisitos y límites actuales del proyecto de estimación de costos y su justificación. Provee además de la información necesaria acerca de los requisitos del proyecto a tener en cuenta durante la estimación de los costos. Este aspecto incluye:

- Las restricciones: aquellos factores específicos cuya existencia puede limitar las opciones de la estimación de costos. Un presupuesto limitado es un ejemplo de restricción común existente en muchos proyectos. Los recursos específicos disponibles, las fechas de entrega requeridas y las políticas de la organización, son otros ejemplos de restricciones existentes en la mayoría de los proyectos.

- Las asunciones: aquellos factores que deberán considerarse verdaderos, reales o ciertos, en caso de conocimiento previo incompleto de un determinado aspecto.
- Los requisitos: aquellos factores con implicaciones contractuales y legales, como por ejemplo, la salud, la seguridad personal y material, el rendimiento, el medioambiente, los derechos de la propiedad intelectual, los seguros, la igualdad de oportunidad de trabajo, licencias y permisos, etc. Los mismos deben tenerse en cuenta al estimarse los costos del proyecto.

Es importante exponer que la definición del alcance del proyecto, suministra la lista de productos entregables, y los criterios de aceptación de los productos, servicios y resultados del proyecto. Deben tenerse en cuenta todos estos factores para realizar una estimación de costos adecuada y a tono con la realidad. Por último, señalar que la descripción del alcance del producto, ubicada dentro del enunciado del alcance del proyecto, provee descripciones de los productos y servicios, e información fundamental acerca de todos los temas o aspectos técnicos que se consideran durante la etapa de estimación de costos.

#### **1.1.1.4. Estructura de Desglose del Trabajo**

La estructura del desglose del trabajo (EDT) del proyecto, provee de la relación entre todos los componentes del proyecto y los productos entregables del proyecto.

#### **1.1.1.5. Diccionario de la Estructura de Desglose del Trabajo**

Este diccionario y sus enunciados detallados del trabajo relacionados suministran una identificación de los productos a entregar y descripción del trabajo en cada uno de los componente de la EDT necesaria para realizar cada producto entregable.

#### **1.1.1.6. Plan de Gestión del Proyecto**

Según plantea (Project Management Institute,2004), el plan de gestión del proyecto suministra el plan general para ejecutar, supervisar y controlar el proyecto, también incluye los planes subsidiarios que proporcionan mayor orientación e instrucciones para la correcta planificación y el control de la gestión de costos. En el caso de que estén disponibles otras salidas de planificación, se tienen en cuenta durante la estimación de costos.

Dentro de este plan se encuentran los siguientes:

- Plan de gestión del cronograma: el tipo y la cantidad de recursos a utilizar, así como la cantidad de tiempo necesaria para que dichos recursos puedan concluir el trabajo del proyecto son fundamentales para determinar el costo real del proyecto. En este proceso, son entradas claves los recursos de la actividad del cronograma con sus respectivas duraciones. La Estimación de Recursos de las Actividades comprende la definición de la disponibilidad y cantidad necesaria de personal, equipos y material para realizar las actividades del cronograma, y a su vez guarda una estrecha relación con la estimación de costos.

Por otro lado, la Estimación de la Duración de las Actividades afectará a las estimaciones de costos en cualquier proyecto donde el presupuesto del mismo incluya una asignación para el coste de financiación, agregándose los cargos por intereses, y donde los recursos se apliquen por unidad de tiempo durante la ejecución de la actividad dentro del cronograma. Las estimaciones de costos igualmente pueden verse afectadas por las estimaciones de la duración de la actividad, porque incluyen dentro de sí costos variables en función del tiempo.

- Plan de gestión del personal: componentes fundamentales en el desarrollo de las estimaciones de costos del cronograma, tanto los

atributos de selección del personal a laborar en el proyecto como los costos del mismo.

- Registro de riesgos: es fundamental tener en cuenta la información sobre respuestas a posibles riesgos a ocurrir, durante la elaboración de la estimación de costos. Los riesgos pueden constituirse en amenazas u oportunidades, y provocan generalmente un impacto tanto en la actividad del cronograma como en los costos del proyecto. Generalmente, los proyectos experimentan eventos de riesgo negativo, lo cual trae consigo aumentos en el costo del proyecto, provocando retrasos en el cronograma de ejecución del mismo.

### **1.1.2. Herramientas y Técnicas**

Para la estimación de un proyecto o de su costo existen varias técnicas, por tanto no debería realizarse de manera improvisada. Por lo general la estimación implica el riesgo de no acercarse lo suficiente a la realidad y este riesgo implica cierta incertidumbre, por tanto algunos autores consideran que el riesgo de la estimación puede medirse por el grado de incertidumbre.

Realizar una correcta estimación del tiempo, costo y recursos requeridos para realizar un proyecto de desarrollo de o mantenimiento de software, es un reto que enfrentan los profesionales del software. Afortunadamente existen varias herramientas o técnicas para ayudar en esta tarea.

### **1.1.2.1. Estimación Análoga**

Considerada por muchos como el método más fácil y menos costoso puede resultar también uno de los menos fiables. Consiste en realizar una estimación comparando los costos de proyectos similares.

La estimación análoga de costos o estimación por analogía resulta menos costosa y requiere menos cantidad de tiempo que otras técnicas, pero también por consiguiente menos exacta. Puede aplicarse a todo el proyecto o solo a partes del mismo, y puede utilizarse conjuntamente con otros métodos de estimación. La estimación análoga es más confiable cuando la comparación se hace con un proyecto similar en cuanto a alcance, complejidad, tecnología, el presupuesto y la duración, y cuando los miembros del proyecto responsable de efectuar los estimados poseen la requerida experiencia.

### **1.1.2.2. Determinación de Tarifas de Costos de Recursos**

Para una correcta estimación la determinación de variables como tarifas de trabajo, costos de materiales y/o licencias, riesgos, complejidad de la tecnología, curva de aprendizaje entre otras para la estimación es más acertada cuando se hace por personas estrechamente vinculadas al sector.

Para (Project Management Institute, 2004), la persona que determina las tarifas o el grupo que prepara las estimaciones debe conocer las tarifas de costes unitarios, tales como el costo del personal por hora y el coste del material a granel por yarda o metro cúbico, correspondientes a cada recurso para estimar los costes de la actividad del cronograma. Reunir cotizaciones (Sección 12.3) es un método de obtener las tarifas. Para los productos, servicios o resultados que deben obtenerse por contrato, se pueden incluir las tarifas estándar con factores de escalamiento en el contrato. Las bases de datos comerciales y las listas de precios publicadas de los vendedores son otra fuente de tarifas de costes.

Se reduce el costo de la propia estimación costos ya que no implica complejos mecanismos ni mucho tiempo para obtener un criterio.

### **1.1.2.3. Estimación Ascendente**

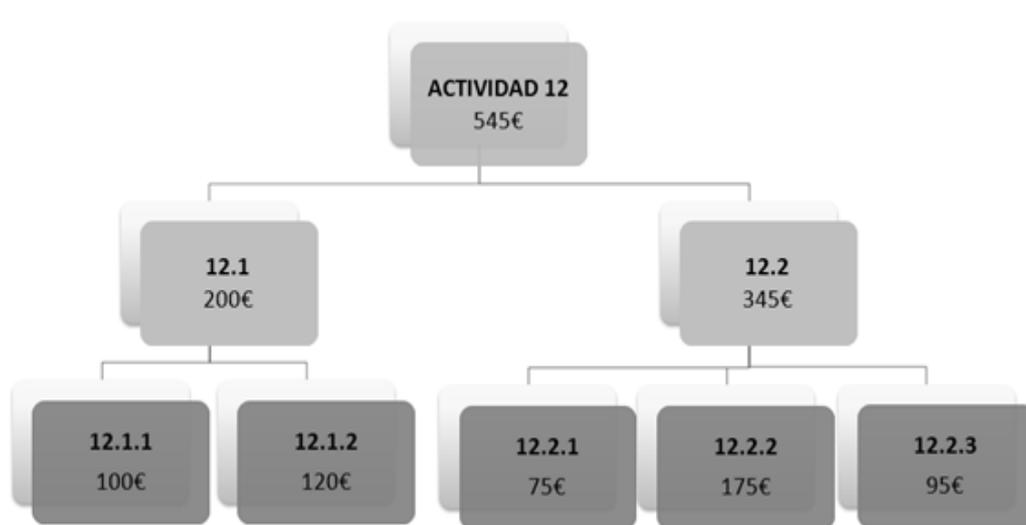
Estimación de los costos por actividades individuales o paquetes de actividades con el mayor grado de detalles posible. Se estima el costo de cada paquete de trabajo o actividad y su acumulación para obtener el costo total del proyecto.

Mientras menor sean las actividades o paquetes de trabajo y la complejidad sea llevada al menor grado posible entonces se lograra una mayor precisión

de la estimación del costo. Luego de esta descomposición se hace una estimación del costo del proyecto de abajo hacia arriba sumando cada uno de los recursos determinados para cada actividad o paquetes de trabajo.

Dado que esta estimación se basa en los detalles pormenorizados de cada actividad es importante contar con la mayor calidad y cantidad de información posible.

Esta técnica es mayormente usada cuando se tiene un gran dominio del proyecto, de los requerimientos, cuáles deben ser los resultados entregables y las fechas para dichas entregas así como cualquier otra información relevante.



**Figura 1.3** Descomposición de un proyecto en actividades o paquetes de trabajo para una estimación ascendente de costo.

Fuente:<http://whatisprojectmanagement.wordpress.com/2012/12/03/estimar-los-costos-del-proyecto/>

#### **1.1.2.4. Estimación Paramétrica**

Consiste en utilizar información histórica para estimar los costos futuros. Dependiendo de los modelos estadísticos que se utilicen se puede obtener mayor o menor precisión siempre que la información histórica se corresponda a proyectos similares al que se desea estimar.

Se puede aplicar no solo a proyectos completos sino a partes o módulos de un sistema en particular para tener solo el estimado de lo que costaría una parte del software.

Con este método se pueden obtener resultados en muy poco tiempo y alcanzarse altos niveles de precisión si se tienen datos actualizados de proyectos similares.

Su principal debilidad es que se necesita un experto en esta técnica que pueda hacer una correcta selección de los parámetros a evaluar.

#### **1.1.2.5. Software de Gestión de Proyectos**

Según explica (Project Management Institute,2004), otros software pueden ser capaces de interactuar de forma directa o indirecta con el software de gestión de proyectos para llevar a cabo los requisitos de otras Áreas de Conocimiento, como la estimación de costes por período (...) y la simulación del cronograma en el análisis cuantitativo de riesgos (...). Estos productos automatizan el cálculo del análisis matemático del camino crítico de recorrido hacia adelante y hacia atrás y la nivelación de recursos, y de esa manera, permiten la consideración rápida de muchas alternativas del cronograma.

En la actualidad existe un gran número de herramientas que automatizan la estimación de un proyecto desde sencillas hojas de cálculo, así como herramientas de simulación y estadísticas, algunas de las cuales permiten la estimación de costos y al tener una importante base matemática son muy precisas.

#### **1.1.2.6. Análisis de Propuestas para Licitaciones**

Entre otros métodos de estimación de costes se incluyen el análisis de propuestas para licitaciones y un análisis de lo que debería costar el proyecto. En los casos en los que los proyectos se ganan mediante procesos competitivos, se le podrá demandar al equipo del proyecto un trabajo de estimación de costes adicional para examinar el precio de los productos

entregables individuales, y obtener un coste que respalde el coste total final del proyecto (Project Management Institute, 2004).

#### **1.1.2.7. Análisis de Reserva**

En la estimación de costos pueden existir reservas adicionales para contingencias de eventos que aunque pudieran estar previstos siempre será incierta la su magnitud o implicaciones. Las reservas para contingencias pueden ser un porcentaje del costo previsto, una cantidad prefijada, o puede calcularse utilizando alguno de los métodos de análisis cuantitativos.

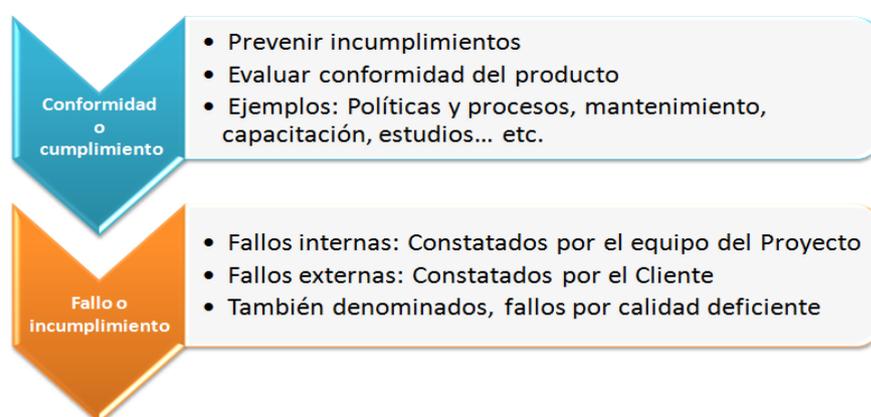
Como regla estas reservas deberían formar parte de los requisitos financieros del proyecto. En la medida de que se disponga de más información sobre el proyecto y aumente la certeza, se puede utilizar esa reserva, reducirse o incluso eliminarse.

#### **1.1.2.8. Costo de Calidad**

Se denomina costos de calidad a los costos asociados con la obtención, identificación, reparación y prevención de fallas o defectos, estos pueden clasificarse en cuatro categorías: costos de prevención, costos de evaluación, costos de fallas internas y costos de fallas externas.(Hernández, 2012)

En resumen el costo de calidad incluye todos los gastos en que incurre el proyecto para obtener un producto con calidad. Algunos autores se refieren solo a dos clasificaciones de los costos de calidad en la que incluyen las categorías anteriores.

En primer lugar los gastos incurridos en los esfuerzos para fabricar un producto de calidad también llamados “costos de conformidad o cumplimiento”. Estos comprenden solo los gastos que se han hecho durante el desarrollo de producto, y los gastos generados por no hacer las cosas correctamente llamados "precio del incumplimiento" o “costos de fallo o inconformidad”. Incluyen los gastos de revisiones, correcciones de errores etc.



**Figura 1.4** Clasificaciones de costos de calidad.

Fuente: <http://whatisprojectmanagement.wordpress.com/2013/01/11/planificar-la-calidad/>

### **1.1.2.9. Juicio de Expertos**

El Juicio de Expertos es una de las técnicas más utilizadas en la actualidad para la estimación de costos; parte de la base del criterio de personas con experiencia en el área para la cual se destinará el proyecto y en el desarrollo propio del tipo de aplicación. Se realiza de manera colaborativa entre todos los expertos en varias iteraciones hasta conseguir un consenso.

Entre las principales razones para utilizar esta técnica se encuentran:

En las fases iniciales del proyecto no se suele disponer de la información necesaria para aplicar otras técnicas o herramientas. Esto lejos de ayudar propiciaría un retraso desde el propio comienzo del proyecto.

El empleo de algunas herramientas representa más esfuerzo, esfuerzo que podría ser aprovechado en la preparación para el desarrollo.

Con esta técnica no se suelen introducir términos y/o conceptos desconocidos para los involucrados en el proyecto como clientes, usuarios finales o administrativos.

Sin embargo tiene como desventaja la falta de precisión cuando no se cuenta con los expertos adecuados aunque pueden aplicarse otras técnicas en conjunto que favorecen el resultado final.

#### **1.1.2.10. Estimación por Tres Valores**

La exactitud de las estimaciones de costos de una actividad única puede mejorarse tomando en consideración la incertidumbre y el riesgo. Esto surge con la Técnica de Revisión y Evaluación de Programas (PERT). El PERT utiliza tres estimados para definir un rango aproximado de costo de una actividad:

**Más probable (cM).** El costo de la actividad se basa en una evaluación realista del esfuerzo necesario para el trabajo requerido y cualquier gasto previsto.

**Optimista (cO).** El costo de la actividad se basa en el análisis del mejor escenario posible para esa actividad.

**Pesimista (cP).** El costo de la actividad se basa en el análisis del peor escenario posible para esa actividad.

El análisis según el método PERT calcula un costo Esperado (CE) de la actividad utilizando un promedio ponderado de estas tres estimaciones:

$$cE = \frac{cO + 4cM + cP}{6}$$

Las estimaciones de costos basadas en esta ecuación (o aun en un promedio simple de los tres valores) pueden proporcionar una mayor exactitud, y los tres valores aclaran el rango de incertidumbre de las estimaciones de costos. (Sánchez, 2012).

### **1.1.3. Salidas**

Las salidas del proceso de Estimación de Costos es una etapa de la que se espera como resultados generados: las estimaciones de costos de las actividades, la información de soporte de la estimación de costos de las actividades, los cambios solicitados así como el plan de gestión de costos con sus actualizaciones.

#### **1.1.3.1. Estimaciones de Costos de las Actividades**

Esta salida constituye una evaluación cuantitativa de los costos probables de los recursos a necesitar para completar las actividades planificadas en el cronograma, pudiéndose presentar en forma de resumen o en detalle. El estimado de estos costos se realiza para todos los recursos que se aplican a la estimación de costos dentro de la actividad. Esto comprende, entre otros

recursos, los equipos, los servicios, la mano de obra, las instalaciones, las tecnologías de la información y otras categorías especiales tales como una asignación por inflación o una reserva para contingencias de costo.

### **1.1.3.2. Información de Respaldo de la Estimación de Costes de Actividades**

La estimación de costos de las actividades del cronograma está soportada por la cantidad y categoría de información adicional de que se dispone, y estas pueden diferir de acuerdo al área de aplicación. Aparte del nivel de detalle, la documentación de respaldo debe suministrar una imagen clara, profesional y exhaustiva de cómo se obtuvo la estimación de costos. En dicha información de respaldo para las estimaciones de costo de las actividades no pueden faltar:

- La descripción del alcance del trabajo del proyecto de la actividad del cronograma,
- La documentación de todas las asunciones realizadas,
- La documentación de todas las restricciones existentes,
- La documentación de los fundamentos de la estimación,
- La indicación del rango de estimaciones posibles.

### **1.1.3.3. Cambios solicitados**

Durante la Estimación de Costos se puede generar cambios solicitados que pueden influir sobre el plan de gestión de costos, los requisitos de recursos de las actividades y otros elementos del plan de gestión del proyecto. Los cambios solicitados se procesan para su revisión y disposición mediante el proceso Control Integrado de Cambios.

Frecuentemente, se solicitan cambios cuando surge la necesidad de ampliar o reducir el alcance del proyecto, con el objetivo de modificar procedimientos o políticas, para modificar el costo o el presupuesto del proyecto, o para revisar el cronograma del proyecto.

Generalmente se identifica su necesidad mientras se lleva a cabo el trabajo del proyecto. Estas solicitudes pueden realizarse de manera directa o indirecta, interna o externamente, y pueden ser de naturaleza obligatoria u opcional, ya desde una óptica legal o contractual.

## **1.2. Instrumentos Utilizados en la Estimación de Costos**

### **1.2.1. COCOMO**

El Modelo Constructivo de Costes (Constructive Cost Model) o COCOMO como es mayormente conocido, es una jerarquía de modelos de estimación

de costes software que incluye submodelos *básico*, *intermedio* y *detallado*. Es considerado por varios autores como el método más utilizado en la estimación de proyectos de software.

El modelo fue creado a principios de los ochenta por Barry Boehm y en 1995 se lanza la versión COCOMO II la cual se encuentra vigente hasta la actualidad.

Como característica encontramos:

- Está basado en modelos de estimaciones matemáticas.
- Está orientado al producto final, no a fases intermedias.
- Se basa en la cantidad de líneas de código del proyecto.

Para (Gómez, López, Migani, & Otazú, 2008) Los objetivos principales que se tuvieron en cuenta para construir el modelo COCOMO II fueron:

- Desarrollar un modelo de estimación de costo y cronograma de proyectos de software que se adaptara tanto a las prácticas de desarrollo de la década del 90 como a las futuras.
- Construir una base de datos de proyectos de software que permitiera la calibración continua del modelo, y así incrementar la precisión en la estimación.

- Implementar una herramienta de software que soportara el modelo.
- Proveer un marco analítico cuantitativo y un conjunto de herramientas y técnicas que evaluaran el impacto de las mejoras tecnológicas de software sobre los costos y tiempos en las diferentes etapas del ciclo de vida de desarrollo.

Existen tres tipos de proyecto clasificados según características específicas que se detallan en las siguientes tablas.

#### 1.2.1.1. Modelo Básico

Se utiliza para obtener una primera aproximación rápida del esfuerzo,<sup>2</sup> y hace uso de la siguiente tabla de constantes para calcular distintos aspectos de costes:

**Tabla 1.1** Modelo COCOMO básico

MODO	A	b	C	d
Orgánico	2.40	1.05	2.50	0.38
Semilibre	3.00	1.12	2.50	0.35

Rígido	3.60	1.20	2.50	0.32
--------	------	------	------	------

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/COCOMO>

$$E = a(KI)^b$$

E= Esfuerzo

a = factor ab

KI= Miles de líneas de código

b = factor bb

$$T = c(E)^d$$

T=tiempo en meses

c=factor cb

E= Esfuerzo

d = factor db

### **Persona necesarias para realizar el proyecto = E / T**

Se puede observar que a medida que aumenta la complejidad del proyecto (modo), las constantes aumentan de 2.4 a 3.6, que corresponde a un incremento del esfuerzo del personal. Hay que utilizar con mucho cuidado el modelo básico puesto que se obvian muchas características del entorno.

### 1.2.1.2. Modelo Intermedio

Calcula el esfuerzo y costo en función del tamaño estimado y de las guías de coste. Estas guías consideran características del producto del hardware, del personal y del proyecto. Se lo emplea cuando se dispone de suficiente información.

**Tabla 1.2** Parámetros de COCOMO Intermedio

MODO	a	B
Orgánico	3.20	1.05
Semilibre	3.00	1.12
Rígido	2.80	1.20

$$E = a(KI)^b \cdot F$$

$E$  = Esfuerzo

$a$  = factor ab

$KI$  = Miles de líneas de código

$b$  = bb

$$T = c(E)^d$$

$T$  = tiempo

$c$  = factor cb

$E$  = Esfuerzo

$d$  = factor db

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/COCOMO>

F = Son los 15 factores o “Guías de Costes”, que se detallan en la siguiente tabla.

**Personas = E / T** Con este dato se pueden inferir los valores del costo.

Atributos	Valor					
	Muy bajo	Bajo	Nominal	Alto	Muy alto	Extra alto
<b>Atributos de software</b>						
Fiabilidad	0,75	0,88	1,00	1,15	1,40	
Tamaño de Base de datos		0,94	1,00	1,08	1,16	
Complejidad	0,70	0,85	1,00	1,15	1,30	1,65
<b>Atributos de hardware</b>						
Restricciones de tiempo de ejecución			1,00	1,11	1,30	1,66
Restricciones de memoria virtual			1,00	1,06	1,21	1,56
Volatilidad de la máquina virtual		0,87	1,00	1,15	1,30	
Tiempo de respuesta		0,87	1,00	1,07	1,15	

<b>Atributos de personal</b>						
Capacidad de análisis	1,46	1,19	1,00	0,86	0,71	
Experiencia en la aplicación	1,29	1,13	1,00	0,91	0,82	
Calidad de los programadores	1,42	1,17	1,00	0,86	0,70	
Experiencia en la máquina virtual	1,21	1,10	1,00	0,90		
Experiencia en el lenguaje	1,14	1,07	1,00	0,95		
<b>Atributos del proyecto</b>						
Técnicas actualizadas de programación	1,24	1,10	1,00	0,91	0,82	
Utilización de herramientas de software	1,24	1,10	1,00	0,91	0,83	
Restricciones de tiempo de desarrollo	1,22	1,08	1,00	1,04	1,10	

**Tabla 1.3** Factores de Costo COCOMO

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/COCOMO>

### 1.2.1.3. Modelo Detallado

Es una mejora respecto al Modelo intermedio. Añade dos elementos fundamentales:

Incorpora las características del modelo intermedio y lleva a cabo una evaluación del impacto de los motivantes del coste en cada caso (análisis, diseño, etc.) del proceso de ingeniería del software.

### 1.2.2. BAILEY – BASILI

Otro método utilizado para la estimación de costos es el propuesto por Bailey y Basili, este sugiere una técnica para obtener un modelo de coste a partir de sus propios datos (Bailey & Basili, 1981).

La ecuación del esfuerzo obtenida a partir de 18 grandes proyectos es:

$$E = 5.5 + 0.63 S^{1.16}$$

La ecuación se ajusta utilizando un factor de ajuste del esfuerzo calculado a partir de los atributos de la siguiente tabla.

A cada entrada en la tabla se le asigna una puntuación de 0 a 5.

Los valores obtenidos se usan para ajustar la ecuación:

$$\text{Ajuste del esfuerzo} = a \text{ METH} + b \text{ CPLX} + c \text{ EXP} + d$$

**Tabla 1.4** Parámetros para el cálculo.

<b>Metodología</b> <b>(METH)</b>	<b>Complejidad</b> <b>acumulada</b> <b>(CPLX)</b>	<b>Experiencia</b> <b>acumulada</b> <b>(EXP)</b>
Diagramas de árboles Diseño top-down Documentación formal Equipos con programador jefe Entrenamiento formal Formalismos de diseño Lectura de código Carpetas de desarrollo de unidad Planes de prueba formales	Complejidad de la interfaz de usuario Complejidad de la aplicación Complejidad del flujo de Programa Complejidad de comunicación interna Complejidad de la base de datos Complejidad de la comunicación externa	Cualificación del programador Experiencia del programador con la máquina. Experiencia del programador en el lenguaje Experiencia del programador en la aplicación Experiencia del equipo

Fuente: <http://www.lsi.us.es/docencia/get.php?id=326>

### 1.2.3. Estimaciones de LDC y PF

Los métodos de líneas de código (LDC) y los puntos de función (PF) son empleados de dos formas durante la estimación del proyecto de software:

- Mediante variables de estimación, utilizadas para calibrar cada elemento del software.
- A través de métricas de base, obtenida de información histórica, las que son utilizadas junto con las variables de estimación para desarrollar proyecciones de costo y esfuerzo.

Estas técnicas son diferentes pero tienen características comunes. El planificador del proyecto comienza con una declaración restringida del ámbito del software y, a partir de esa declaración, intenta descomponer el software en pequeñas subfunciones que pueden ser estimadas individualmente. Entonces, estima las LDC o PF (la variable de estimación) para cada subfunción. Luego, aplica las métricas básicas de productividad a la variable de estimación apropiada y deriva el costo y el esfuerzo para la subfunción. Combinando las estimaciones de las subfunciones se produce la estimación total para el proyecto entero.

Su diferencia está en el nivel de detalle necesario cuando se hace la descomposición. Cuando se usa LDC como variable para la estimación, la descomposición se convierte en un paso esencial por lo que se recomienda

llevarla hasta los mínimos niveles de detalles. Dado que los datos requeridos para estimar los Puntos de Función son más macroscópicos, en nivel de descomposición es considerablemente menos detallado. Es necesario tener en cuenta que LDC se estima directamente, en cambio PF se determina indirectamente mediante la estimación del número de entradas, salidas, archivos de datos, peticiones e interfaces externas, entre otras.

Independientemente de la variable de estimación que use, el planificador del proyecto, normalmente, proporciona un rango de valores para cada función descompuesta. A partir de los datos históricos o (cuando todo lo demás falla) usando su intuición, el planificador estima los valores optimista, más probable y pesimista de LDC o de PF para cada función. Cuando lo que se especifica es un rango de valores, implícitamente se proporciona una indicación del grado de incertidumbre.

Esta técnica trata de definir el tiempo y el costo del proyecto en base a la cantidad de líneas de código se tienen que escribir, cual es el costo por línea y cuantas líneas de código desarrollamos en un mes. Los pasos para desarrollar ese método son los siguientes:

- Descomponemos el problema en los módulos importantes que posea.
- Estimar los valores para las columnas de líneas a escribir optimista

Más Probable, Pesimista

- Calcular la columna esperada en base a la fórmula siguiente:  
(Proyectotictac, 2012)

$$E = \frac{a + 4m + b}{6}$$

El cálculo del valor esperado para la variable de estimación, E, se obtiene como una medida ponderada de las estimaciones LDC o PF óptima (a), más probable (m) y pesimista (b).

#### 1.2.4. SLIM

De su acrónimo en inglés Software Lifecycle Management, también conocido como modelo Putnam. Es un modelo para la estimación de costos de proyectos de software, creado en 1978 por Lawrence H. Putman y está pensado para proyectos de gran envergadura con representación a través de curvas de esfuerzo (Rayleigh).

La ecuación básica para su cálculo es  $T = CK^{1/3} t_d^{4/3}$

T: es el tamaño en LDC

C: factor de tecnología (vale 2.000 para entornos poco productivos, 8.000 para entornos buenos, 11.000 para entornos excelentes)

K: esfuerzo total medido en años-persona

$t_d$ : tiempo de finalización del proyecto medido en años.

Se ven las consecuencias de variar estos parámetros

Como ventajas vale destacar que es uno de los métodos que mayor exactitud presentan y de los pocos métodos que considera la incertidumbre dentro de los cálculos.

Tiene en su contra que es comercial, por lo que existe muy poca información disponible para su utilización manual.

### **1.3. Problema de Estimación de Costos en la Industria de software**

Para (Alvarez, 2008) A pesar de la amplia variedad de métodos y paquetes de software que apoyan la estimación para proyectos de desarrollo software, la planificación es aún una tarea muy difícil.

En la práctica, todos los modelos de estimación presentan una serie de problemas:

- Dan unas predicciones muy deficientes cuando se aplican sobre conjuntos de datos independientes entre sí.

- Están basados en apreciaciones subjetivas acerca de las variables de entrada, y por tanto ofrecen resultados muy diferentes cuando se aplican sobre el mismo problema, ya que estas valoraciones están muy influidas por el medio en el que se desarrolla el proyecto y su entorno.
- Estiman el tiempo o costo sólo para las últimas etapas del proceso de desarrollo, olvidándose en la mayoría de los casos las iniciales.
- Usan KLOC (Thousand of Lines of code) o KDSI (Thousand of Delivered Source Instruction) como factores, para estimar el tiempo o costo inicial de la fase de codificación, constituyéndose como base para la estimación del resto de etapas, a pesar de aquellas recomendaciones que afirman que estos factores no son del todo apropiados.

El factor KDSI no tiene en cuenta los recursos disponibles para el equipo de desarrollo (como herramientas software), ni las características propias del equipo, como por ejemplo su grado de experiencia. Sin embargo, como resultados de diversos estudios y experimentos, se demuestra cómo la capacidad del equipo de desarrollo es uno de los factores que más afectan al tiempo total de realización del proyecto.

De manera, independientemente de los problemas que aun presentan estos métodos, existen otros problemas que afectan la estimación de costos como:

- Grado de dificultad en el uso de las herramientas de desarrollo.
- Complejidad en la naturaleza de los algoritmos que se deben diseñar y programar.
- Subestimación de la complejidad del proyecto, esta complejidad puede involucrar el tamaño del sistema a desarrollar o el grado de estructuración del proyecto.
- Definición deficiente en los requerimientos iniciales del proyecto.
- Incorrecta definición inicial del alcance.
- Sobreestimación de los costos destinados a cubrir el plan de calidad del proyecto.

## **CAPITULO 2**

### **2. DISEÑO DEL PRESUPUESTO**

El diseño del Presupuesto de Costos es un conjunto de pasos en que, fundamentalmente, la tarea que se realiza es la suma de todos los costos estimados de las actividades previstas en el cronograma o paquetes de trabajo individuales, con el objetivo de establecer una línea base de costo total, y así medir el rendimiento del proyecto. El presupuesto resumen es proporcionado por el enunciado del alcance del proyecto. No obstante, las estimaciones de costos de las actividades del cronograma o de los paquetes de trabajo individuales deben prepararse previamente a las solicitudes de presupuesto detallado y a la autorización de trabajo.

#### **2.1. Entradas**

##### **2.1.1. Enunciado del Alcance del Proyecto**

El enunciado del alcance del proyecto incluye las restricciones periódicas formales de los gastos de fondos del proyecto, reflejadas en el acta de

constitución del mismo o en el contrato. Estas limitaciones existentes en el proceso de financiación pueden ser consecuencia de las autorizaciones anuales de financiación por parte de la organización del comprador u otras entidades, como por ejemplo, agencias del gobierno.

### **2.1.2. Estructura de Desglose del Trabajo**

La Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) del proyecto es una descomposición jerárquica, orientada al producto entregable, del trabajo que será realizado por el equipo del proyecto, para materializar los objetivos del mismo, así como obtener los productos entregables requeridos. La EDT organiza y define el alcance total del proyecto, subdivide el trabajo de este en porciones de trabajo menores y más manejables, donde cada nivel descendente de dicha estructura, constituye una definición cada más detallada del trabajo a realizar en el proyecto.

En el proceso de determinación del presupuesto, la EDT establece la relación entre los productos entregables del proyecto y todos los componentes del mismo.

**Tabla 2.1** Ejemplo de Desglose de Trabajo.

Paquete de Trabajo	Desglose de Actividades
--------------------	-------------------------

Levantamiento Requerimientos	Identificación de Actores.
	Captura de Información.
	Obtención de modelos de Información.
	Modelación de Procesos
	Identificación de entidades de Información.
	Especificación de Requerimientos

### 2.1.3. Diccionario de EDT

Al crearse la Estructura de Desglose del Trabajo del proyecto, se genera un documento que respalda a la misma, el cual se denomina Diccionario de la EDT. El contenido en detalles de los componentes que se incluyen en una EDT, incluidos los paquetes de trabajo y las cuentas de control, pueden describirse en el diccionario de dicha estructura. Para cada componente de la EDT, se incluye un identificador de código de cuenta en el diccionario, así como un enunciado del trabajo, la organización responsable y una lista de hitos del cronograma. En el diccionario de la EDT, existe una referencia

cruzada para cada componente de la EDT, según corresponda, a otros componentes de la EDT.

#### **2.1.4. Estimaciones de Costos de las Actividades**

Las estimaciones de costos, como actividad que realiza una evaluación cuantitativa de los costos probables de los recursos necesarios para completar las actividades contempladas en el cronograma, pueden presentarse lo mismo en forma de resumen que en detalle. Es importante señalar que los costos deben estimarse para todos los recursos que se aplican a la estimación de costos de la actividad. Recursos como la mano de obra, los materiales, los equipos, los servicios, las instalaciones, la tecnología de la información y categorías especiales como una asignación por inflación o una reserva para contingencias de costo, también deben incluirse en las estimaciones de costos.

En el caso específico de la etapa de Diseño del Presupuesto, es fundamental tener en cuenta que las estimaciones de costos para cada actividad del cronograma dentro de un paquete de trabajo deben sumarse para obtener una estimación de costos para cada paquete de trabajo.

### **2.1.5. Información de Respaldo de la Estimación de Costos de las Actividades.**

El tipo y cantidad de información adicional que soporta la estimación de costos de las actividades contempladas en el cronograma son diferentes según el área de aplicación. En dependencia del nivel de detalle, la documentación de respaldo debe proveer una imagen clara, profesional y completa de cómo se obtuvo la estimación de costos.

No deben faltar, en la información de respaldo para las estimaciones de costos de las actividades, los siguientes elementos:

- Descripción del alcance del trabajo del trabajo
- Documentación de los fundamentos de la estimación
- Documentación de todas las asunciones realizadas
- Documentación de todas las restricciones
- Indicación del rango de estimaciones posibles

### **2.1.6. Cronograma del Proyecto**

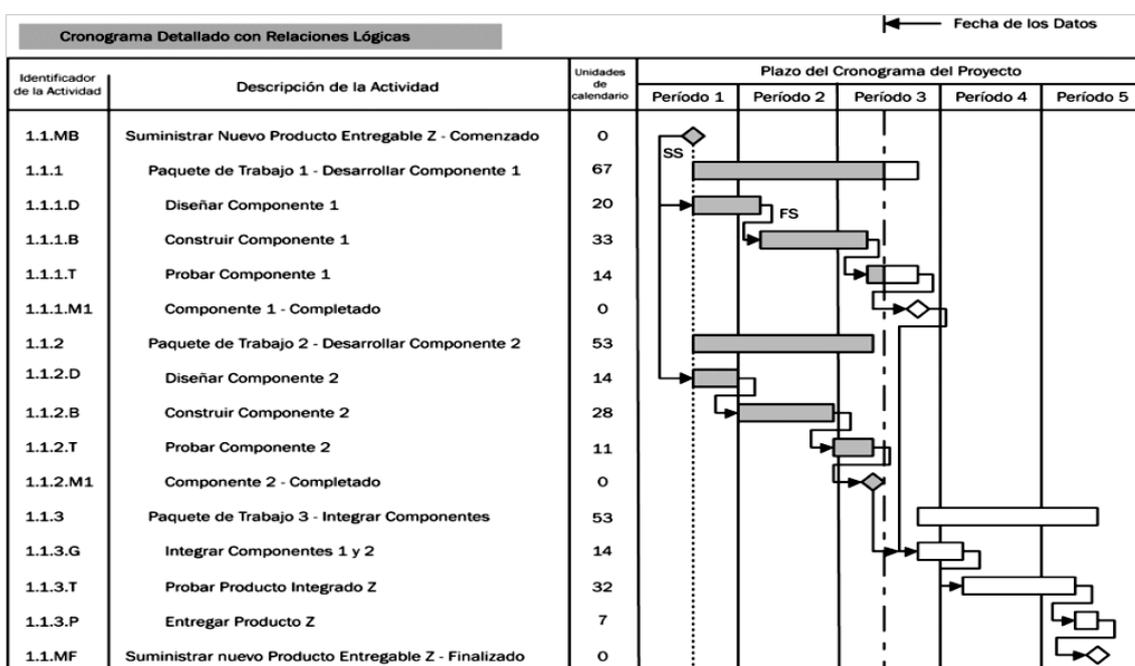
El cronograma del proyecto incluye, al menos, una fecha de inicio planificada y una fecha de finalización planificada para cada actividad del cronograma.

Si la programación de los recursos se realiza en una etapa temprana, el cronograma del proyecto no variará preliminarmente hasta que hayan sido

confirmadas las asignaciones de recursos, así como se hayan determinado las fechas de inicio y finalización. El cronograma del proyecto, ocurre generalmente después de la conclusión del plan de gestión del proyecto.

Puede realizarse también, un cronograma objetivo del proyecto, con fechas de inicio objetivo y fechas de finalización objetivo establecidas para cada actividad del cronograma. Finalmente, dicho proceso puede presentarse en forma de resumen, a veces denominado cronograma maestro o cronograma de hitos, o a manera de detalle. El cronograma de proyecto, mayoritariamente, se presenta en forma gráfica, aunque en ocasiones es representado en forma de tabla. En caso de presentarse de manera gráfica, frecuentemente se muestra de alguna de las maneras siguientes:

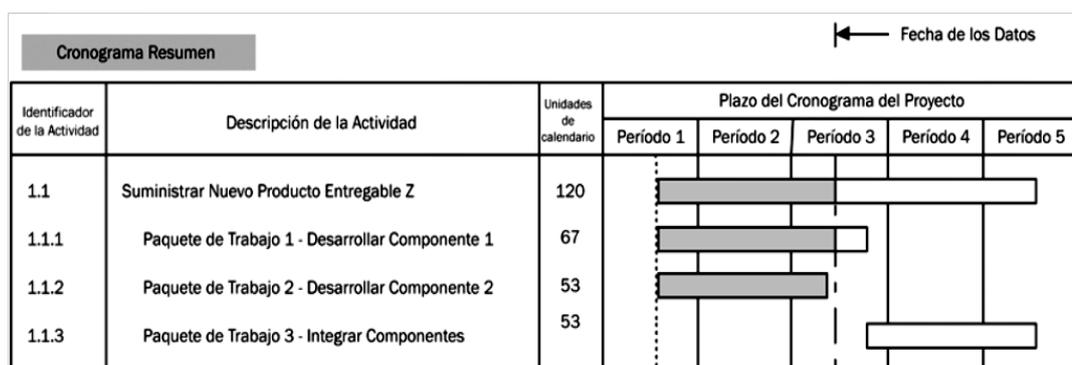
- Diagramas de red del cronograma del proyecto



**Figura 2.1** Ejemplo de diagrama de red de cronograma del proyecto.

Fuente: Guía de PMBok, v.4

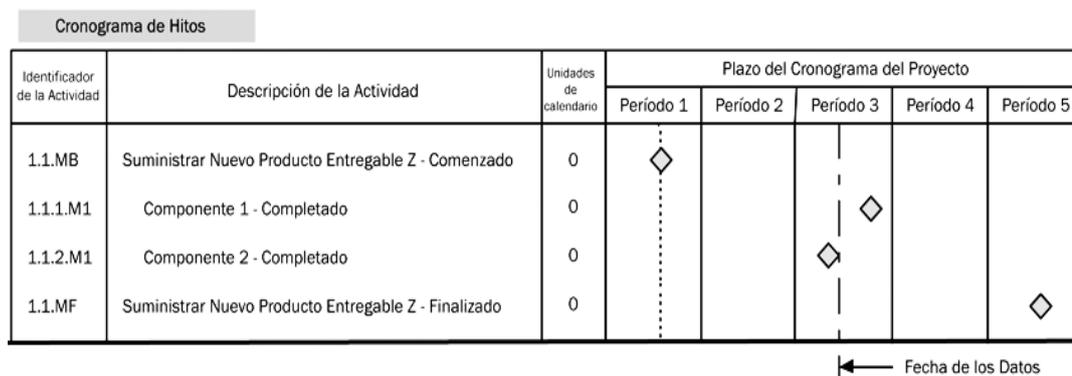
- Diagramas de barras



**Figura 2.2** Ejemplo de diagrama de barras de cronograma del proyecto.

Fuente: Guía de PMBok, v.4

- Diagramas de hitos



**Figura 2.3** Ejemplo de diagrama de hitos de cronograma del proyecto.

Fuente: Guía de PMBok, v.4

### **2.1.7. Calendarios de Recursos**

Un calendario combinado de recursos para el proyecto establece la documentación de los días laborables y no laborables que definen las fechas en las que cada recurso específico puede estar activo o no. Generalmente, el calendario de recursos del proyecto define los días festivos específicos de los recursos y períodos de disponibilidad de los recursos. Además, identifica la cantidad disponible de cada recurso durante cada período de disponibilidad.

### **2.1.8. Contrato**

A cada vendedor seleccionado se le adjudica un contrato, el cual puede tener un formato de documento complejo o como una simple orden de compra. Cualquiera sea el formato, el contrato es un acuerdo entre las partes, que los obliga legalmente, donde el vendedor debe proveer los productos, servicios o resultados especificados en el acuerdo, y el comprador a pagar al vendedor lo que reciba del mismo.

Un contrato es un vínculo establecido legalmente, sujeto incluso a resolución en los juzgados, y tiene como componentes principales, generalmente, los títulos de sección, el enunciado del trabajo, el cronograma, el período de rendimiento, los roles y responsabilidades de las partes, los precios y la forma de pago, los ajustes por inflación, los criterios por aceptación, la

garantía, el soporte del producto, la limitación de responsabilidades, los honorarios a pagar, la retención, las sanciones, los incentivos, el seguro, las garantías de cumplimiento, la aprobación del subcontratista, el manejo de solicitudes de cambio, y un mecanismo de finalización y resolución de conflictos.

### **2.1.9. Plan de Gestión de Costos**

En la etapa de preparación del presupuesto de costos, debe considerarse el componente Plan de Gestión del Proyecto, y otros planes subsidiarios.

## **2.2. Herramientas y Técnicas**

### **2.2.1. Suma de Costos**

A través de paquetes de trabajo, se va realizando la suma de las estimaciones de costos de las actividades del cronograma, siguiendo lo estipulado en la EDT. Posteriormente, las estimaciones de costos de los paquetes de trabajo se suman para los niveles superiores de componentes de la EDT, tales como las cuentas de control, etc, hasta llegar al nivel de proyecto.

### **2.2.2. Análisis de Reserva**

El análisis de reserva define las reservas para caso de contingencias, tales como la reserva para contingencias de gestión, que no son más que asignaciones para los cambios no planificados dentro del desarrollo del proyecto, pero potencialmente no necesarios.

Estos cambios pueden ser resultado de riesgos identificados en el registro de riesgos. Las reservas para contingencias de gestión son presupuestos reservados para cambios, como se mencionó anteriormente, no planificados, pero potencialmente necesarios, en el alcance y el costo del proyecto. Se les denomina como “incógnitas desconocidas”, y el director del proyecto debe obtener la aprobación de los niveles superiores de dirección, antes de comprometer o gastar esta reserva, ya que dichas reservas no forman parte de la línea base de costo del proyecto, pero sí deben estar incluidas en el presupuesto para el proyecto.

Sin embargo, no se distribuyen como presupuesto, por lo que no son parte de los cálculos del valor ganado.

### **2.2.3. Estimación Paramétrica**

Esta técnica conlleva el uso de características, o parámetros, del proyecto dentro de un modelo matemático que permite la predicción de los costos totales del proyecto. Los modelos pueden ir desde simples a complejos. Tanto el costo como la exactitud de los modelos paramétricos varían considerablemente. Existe mayor probabilidad de fiabilidad cuando:

- La información histórica usada para desarrollar el modelo es exacta
- Los parámetros usados en el modelo son fácilmente cuantificables
- El modelo es escalable, o sea, igual de funcional para proyectos grandes como para proyectos pequeños.

### **2.2.4. Conciliación del Límite de la Financiación**

Generalmente, las grandes variaciones en los gastos periódicos de fondos no son deseables para las operaciones de la organización. Por ello es que los gastos de fondos se concilian con los límites establecidos en la financiación por el cliente o la organización que ejecuta el proyecto, sobre el desembolso de los fondos destinados al mismo.

Dicha conciliación requerirá que se realicen ajustes al cronograma de trabajo para allanar o regular los nuevos gastos incurridos por este concepto, aplicando nuevas restricciones e fecha impuestas por algunos paquetes de trabajos, hitos del cronograma o componentes de la EDT en el cronograma

del proyecto. Hay que tener en cuenta que el ajuste del cronograma puede ejercer un impacto en la asignación de recursos planificados en el proyecto. En caso de que debieran utilizarse los fondos como un recurso limitante en el proceso Desarrollo del Cronograma, el proceso se repetirá utilizando las nuevas restricciones de fecha impuestas por dicha contingencia. El producto final de dichas iteraciones en la planificación es una línea base de costo.

## **2.3. Salidas**

### **2.3.1. Línea Base de Costo**

La línea base de costo no es más que un presupuesto distribuido en el tiempo, usado como base respecto a la cual se puede medir, supervisar y controlar el rendimiento general del costo en el proyecto. La línea base de costo es desarrollada mediante la suma de los costos estimados por período y normalmente es representada por una curva S, tal como se muestra en la figura siguiente:



Por lo general, la financiación ocurre en cantidades incrementales, de manera discontinua y por ello, aparece como una función escalonada, tal como se representa en la Figura 8. Los fondos totales a necesitar son los incluidos en la línea base de costo sumados a la cantidad de reserva planificada para contingencias de gestión. Una parte de la reserva para contingencias de gestión puede ser incluida de forma incremental en cada paso de la financiación, o bien puede ser financiada en caso de ser necesario, en dependencia de las políticas de la organización.

### **2.3.3. Actualización del Plan de Gestión de Costos**

Si del proceso de Preparación del Presupuesto de Costos se obtienen como resultado solicitudes de cambio aprobadas, entonces el componente Plan de Gestión de Costos, del Plan de Gestión del Proyecto, debe actualizarse si esos cambios aprobados causan un impacto sobre la gestión de los costos.

### **2.3.4. Cambios solicitados**

El proceso Preparación del Presupuesto de Costo puede traer como resultado que se generen cambios solicitados que afecten el plan de gestión de costos u otros componentes dentro del Plan de Gestión del Proyecto. Estos cambios solicitados se procesan para su revisión y disposición a través del proceso Control Integrado de Cambios.

## **2.4. Modelos de Presupuesto**

Un presupuesto puede adoptar diferentes modelos basados en los siguientes tipos de costos: Directos / Indirectos, Fijos / Variables y Fuentes / Usos.

### **2.4.1. Directos e Indirectos**

Costos directos: Son aquellos necesarios para ejecutar el proyecto, los cuales pueden ser identificados y asociados directamente con el producto/servicio terminado.

Ejemplos:

- Programadores (sueldos)
- Licencias
- Equipos
- Suministros

Costos Indirectos: Hace referencia a aquellos que no se asignan a un proyecto. Estos costos no pueden ser identificados y asociados directamente con el producto/servicio terminado.

Ejemplos:

- Alquiler
- Electricidad
- Seguros

- Impuestos

### **2.4.2. Fijos y Variables**

Este tipo de costos no son utilizados en la industria de software. Con estos costos es posible realizar un análisis de punto de equilibrio, donde se busca disminuir el costo fijo sin afectar la calidad del proyecto.

Costos Fijos: Son aquellos en los que incurre la organización sin importar nivel de producción de la misma.

Ejemplos:

- Impuesto/Patente
- Depreciación
- Alquiler
- Sueldos

Costos Variables: Son aquellos que dependen del nivel de producción de la organización ejecutante.

Ejemplos:

- Comisiones
- Materia prima
- Mano de obra directa
- Gastos de comercialización

### 2.4.3. Fuentes y Usos

Es una herramienta financiera que permite monitorear el uso que se le ha dado a los recursos monetarios de la organización. Analiza de dónde fue obtenido el dinero y en qué se lo empleó.

Fuentes: determina de dónde salió el dinero.

Ejemplos:

- La utilidad
- La depreciación
- Aumento del capital (y prima en colocación de acciones)
- Disminución en los activos

Usos: identifica en qué se lo gastó.

Ejemplos:

- Aumento de activos
- Pérdidas netas
- Pago de dividendos o reparto de utilidades
- Readquisición de acciones

Para realizar un análisis de punto de equilibrio, es necesario realizar una estimación de costos fijos y variables, también es importante considerar los ingresos, ya que es el otro factor que determinará el punto de Equilibrio. En

el punto de equilibrio, cuando los ingresos son iguales a los costos, la utilidad es cero

$$CT = CF + Cv * Q$$

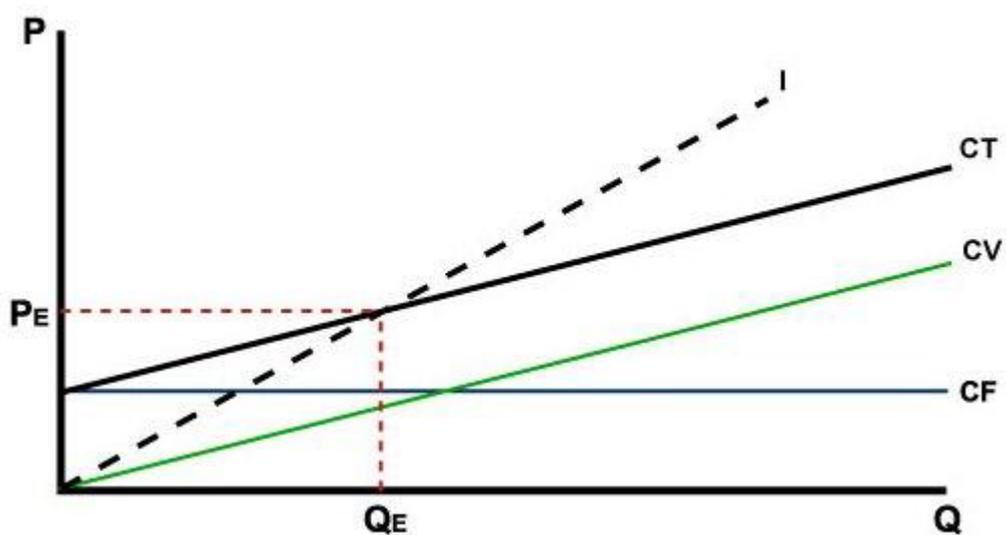


Figura 2.5 Gráfico de Punto de Equilibrio.

Fuente: Administración de Costos en el desarrollo de un sistema de información.

## **CAPITULO 3**

### **3. CONTROL DE COSTOS**

El control de costos cierra el ciclo de la estimación de costos, este grupo de procesos pretende monitorear el uso que se le ha dado a los recursos económicos durante el proyecto y se realiza una actualización del presupuesto, registrando y autorizando los gastos hasta el momento.

Se controlan además los gastos con relación al trabajo realizado y en casos necesarios se hacen correcciones para que el presupuesto no sobrepase los límites planificados, evitando que los recursos sean utilizados incorrectamente y que el proyecto incumpla con las expectativas de rentabilidad financiera en el caso de negocios o incluso la continuidad del proyecto.

El control de costes del proyecto pretende de forma general:

Influir sobre los factores que producen cambios en la línea base de coste logrando así gestionar de forma apropiada la relación costo-beneficio y generar resultados rentables para todos los interesados.

Asegurarse de que los cambios solicitados sean acordados con el fin de obtener resultados con calidad y documentar para futuros controles de costo la implicación que estos cambios producirían en el proyecto. Esto permitirá gestionar los cambios reales cuando y a medida que se produzcan, evitando además que se incluyan cambios incorrectos o inapropiados en el costo o en el uso de los recursos informáticos.

Mantener los costos para asegurar que los posibles sobrecostos no excedan la financiación autorizada periódica y total para el proyecto.

Registrar todos los cambios pertinentes con precisión en la línea base de coste con el fin de analizar y entender el desarrollo y evolución de los mismos.

Informar oportunamente los cambios aprobados a los interesados pertinentes y actuar para mantener los sobrecostos esperados dentro de límites aceptables.

### **3.1. Entradas**

#### **3.1.1. Línea Base de Costo**

La línea base de costo se refiere a la distribución en el tiempo de los costos, con la cual se puede controlar, supervisar y medir el rendimiento general del proyecto. Esta línea se desarrolla sumando los costos estimados por período y por lo general se representa por una curva S dado que en las etapas iniciales del proyecto los gastos son menores y van aumentando a medida que el proyecto avanza. Forma parte de los componentes del plan de proyecto.

Suele suceder que en proyectos de gran envergadura se tengan múltiples líneas base de costos y recursos, con los cuales se puede medir diferentes aspectos del rendimiento del proyecto.

#### **3.1.2. Requisitos de Financiación del Proyecto**

Los requisitos de financiación, totales y parciales, se derivan de la línea base de costo y pueden establecerse para excederlos, a fin de estar preparado para el avance temprano o los sobrecostos.

Normalmente, la financiación se produce de forma incremental no continua, por lo tanto, se puede representar de forma escalonada.

### **3.1.3. Informes de Rendimiento**

Los informes de rendimiento proporcionan información sobre el rendimiento del coste y de los recursos como resultado del avance real del trabajo.

Organizan y resumen la información obtenida, y presentan los resultados de cualquier análisis en comparación con la línea base para la medición del rendimiento.

Deben proporcionar información sobre la situación y el progreso, al nivel de detalle requeridos por los diversos interesados. Suele presentarse incluyendo gráficos de barras, curvas S, histogramas y tablas.

### **3.1.4. Información sobre el Rendimiento del Trabajo**

Los datos sobre el rendimiento del trabajo, el estado y el costo de las actividades del proyecto son recogidos y convertida en información sobre el rendimiento del trabajo. Esta información incluye los productos entregables que han sido completados y los que aún están en desarrollo. Los gastos hasta el momento y las estimaciones hasta terminar las actividades restantes del cronograma con lo cual se puede obtener el porcentaje de avance del proyecto.

Puede incluir además el estado del cumplimiento de los parámetros de calidad fijados así como las experiencias obtenidas las cuales deben quedar documentadas y que forman parte de la base de conocimientos sobre la cual se continuara estimando y controlando los costos.

### **3.1.5. Solicitudes de Cambio Aprobadas**

Las solicitudes de modificación deben ser documentadas y autorizadas para cambiar el alcance del proyecto, ya sea aumentando o reduciendo el mismo. Las solicitudes de cambio aprobadas tienen un impacto considerable ya que pueden modificar políticas, los planes de gestión del proyecto, los procedimientos, costos o presupuestos y pueden llevar a redefinir los cronogramas.

Estas solicitudes de cambio por lo general están presentes desde el propio inicio del proyecto hasta su culminación. El control de cambios es necesario y normal en todos los proyectos de software ya que el desarrollo rara vez se corresponde exactamente con plan de gestión. Por tanto con los cambios también deben actualizarse el plan de gestión, el alcance y los demás entregables de forma tal que los cambios deriven en una línea base de costos revisada y actualizada.

### **3.1.6. Plan de Gestión del Proyecto**

Al realizar el proceso Control de Costes se tienen en cuenta el plan de gestión del proyecto y su componente plan de gestión de costes y demás planes subsidiarios.

El plan de gestión del proyecto facilita una guía para ejecutar, supervisar y controlar el desarrollo del proyecto, los demás planes que contiene proporcionan procedimientos para la planificación y control de la gestión de costos.

## **3.2. Herramientas y Técnicas**

### **3.2.1. Sistema de Control de Cambios del Costo**

En el desarrollo de un proyecto es necesario implementar un sistema de control de cambios del coste, que defina los procedimientos por los cuales la línea base pueda ser modificada. El sistema de control de cambios del costo debe incluir la documentación, sistemas de seguimiento y los niveles de aprobación necesarios para autorizar los cambios.

Este sistema se integra con el proceso de control integrado de cambios que se realiza desde el comienzo del proyecto hasta su finalización.

### 3.2.2. Análisis de Medición del Rendimiento

Para la medición del rendimiento se utilizan técnicas que ayudan a evaluar la magnitud de las modificaciones que se producirán a lo largo del proyecto.

Entre estas técnicas encontramos la del valor ganado (EVT) que compara de forma acumulativa los gastos del presupuesto del trabajo realizado con la cantidad del presupuesto original asignada, también es comparada con los gastos reales. Con esta técnica es posible controlar los gastos, el uso de los recursos y la producción.

Una de las razones principales del control de costos es determinar la causa de su variación, la implicación de esa variación y determinar cuáles serían las acciones a realizar para corregir la desviación.

Con esta técnica de valor ganado teniendo como patrón la línea base se puede evaluar el avance del proyecto y el impacto de cualquier variación.

Esta técnica precisa que se desarrollen algunos valores claves para cada actividad del cronograma como son:

**Valor Planificado (PV):** El PV es el costo planificado y pre asignado del trabajo de una actividad hasta un momento determinado. El PV total también

se lo conoce como línea base para la medición del desempeño (PMB) o presupuesto hasta la conclusión (BAC).

**Valor Ganado (EV):** Es el valor presupuestado para el trabajo finalizado de una actividad planificada durante un tiempo determinado.

**Costo Real (AC):** Es el gasto total en la realización del trabajo de la actividad del cronograma durante un periodo determinado. Este se debe corresponder con lo que haya sido presupuestado para el PV y EV.

Estos valores pueden combinarse para analizar ciertos comportamientos en el desarrollo del proyecto como el cumplimiento de las metas y la calidad. De estos análisis se pueden obtener varias medias, las más comunes son la Variación de Costo (CV), porcentaje de la variación del presupuesto, Variación del Cronograma (SV) y Porcentaje de Variación de Cronograma los cuales serán detallados en el epígrafe sobre análisis de valor ganado, también es posible analizar el rendimiento a través de los índices del desempeño del presupuesto (CPI) y el índice de desempeño del cronograma (SPI) ambos descritos en el mencionado epígrafe.

### 3.2.3. Proyecciones

Las proyecciones son la suposición de ciertas condiciones bajo las cuales se desarrollará el proyecto (en el futuro) teniendo como base la información y conocimientos históricos o experiencias. Estas proyecciones son

actualizadas periódicamente y se emiten nuevamente teniendo como base el rendimiento del trabajo a medida que avanza el proyecto.

Estas proyecciones ayudan a evaluar el costo o la cantidad de trabajo necesario para llevar a cabo las actividades planificadas. Ayudan además a determinar las estimaciones hasta la conclusión del proyecto.

#### **3.2.4. Revisiones del Rendimiento del Proyecto**

Las revisiones del rendimiento hacen una comparación del costo en el transcurso del proyecto de aquellas actividades que cuyos costos están por encima o por debajo de del valor planificado.

Estas revisiones de rendimiento son las reuniones donde se analiza el progreso y estado de las actividades que han sido planificadas, el estado de los costos, para lograr una mejor conclusión se suelen apoyar de otras técnicas del informe de rendimiento como:

Análisis de variación: Realiza una comparación entre el rendimiento real del proyecto y el rendimiento esperado. Las variaciones que más se analizan son las de costos y las del cronograma aunque también se analizan las

variaciones en los planes de recursos, calidad o riesgo entre otras de otras áreas del proyecto.

Análisis de tendencia: Examina el rendimiento del proyecto en un tiempo determinado para conocer si el rendimiento aumenta o disminuye.

Técnica de valor ganado: Esta técnica comprara el rendimiento real con el rendimiento planificado.

### **3.2.5. Software de Gestión de Proyecto**

Unas de las herramientas más importantes para llevar a cabo el control de costos y el control del proyecto de forma general son los Software de Gestión de Proyectos, pudiendo ser tan sencillos como hojas de cálculos se usan para supervisar el valor planificado frente al valor real lo cual es útil para hacer estimaciones de las variaciones futuras.

### **3.2.6. Gestión de Variación**

Las variaciones y como deben ser gestionadas se describen en el plan de gestión de costo. En la medida en que avanza el proyecto las variaciones deberán ser menores pues con cada cambio se permite ajustar la dirección a seguir en el proyecto.

### **3.3. Salidas**

#### **3.3.1. Actualización de las Estimaciones de Costos**

Las estimaciones de costos de las actividades previstas en el cronograma son periódicamente revisadas y actualizadas. Estas modificaciones en su mayoría implican cambios en otras áreas del proyecto, por lo que es necesario hacer actualizaciones en otros aspectos del plan de gestión del proyecto. Las revisiones deben ser informadas a los interesados en los cambios.

#### **3.3.2. Actualización de la Línea Base de Costo**

Los valores o presupuestos de la línea base de costos de un proyecto normalmente no son modificados, sin embargo algunos cambios mayores en los costos necesariamente implican una revisión y modificación a la línea base para que esta pueda ofrecer una visión más acercada a la realidad que permita la medición del rendimiento.

#### **3.3.3. Mediciones del Rendimiento**

Tanto los valores de la variación de costo (CV), de la variación de cronograma (SV), del índice de rendimiento de costo (CPI) y del índice de rendimiento de cronograma (SPI) determinados para las actividades del proyecto son documentados e informados a los interesados.

#### **3.3.4. Conclusión Proyectada**

Para hacer una conclusión proyectada se documenta el valor de la estimación realizada hasta la conclusión, se documenta además el valor a la conclusión del proyecto y estos valores son informados a los interesados.

#### **3.3.5. Cambios Solicitados**

Al realizar el análisis en el rendimiento puede llegarse a la conclusión de que es necesario implementar cambios en uno o varias áreas o aspectos del proyecto. Estos cambios implicaran, por lo general, una variación en los presupuestos. Los cambios deberán ser documentados, revisados y comunicados al resto del proyecto a través del sistema de control de cambios.

#### **3.3.6. Acciones Correctivas Recomendadas**

Las acciones correctivas son las actividades o acciones realizadas con el fin de corregir el desarrollo y ajustar el rendimiento del proyecto. En el ámbito del control de costos por lo general implica hacer un reajuste de presupuestos para las actividades planificadas en el cronograma.

### **3.3.7. Actualización de los Activos de los Procesos de la Organización.**

Las experiencias de eventos anteriores son documentadas para conformar una base de conocimientos que sirva para la toma de decisiones en el futuro. Estas experiencias deben incluir en su descripción el origen del problema que causó la variación, las condiciones en las cuales se produjo el problema y el conocimiento adquirido.

### **3.3.8. Actualización del Plan de Gestión del Proyecto**

Todas las actualizaciones o modificaciones, es decir las solicitudes de cambio aprobadas, en los documentos que componen el plan de gestión del proyecto deben ser incorporadas a sus respectivos documentos. Los documentos que más comúnmente son modificados son el plan de gestión de costos, la línea base de costo y documentos del presupuesto del proyecto.

## **CAPITULO 4**

### **4. ANÁLISIS DEL VALOR GANADO**

El análisis de valor ganado (EVA) es una manera de medir el trabajo real lograda en un proyecto y de estimar el tiempo de terminación y el costo final del proyecto.

Para ello se utilizan tres valores sobre los datos, según período que se desee utilizar Estos son:

- Costo presupuestado del trabajo programado (PV)
- Costo presupuestado del trabajo realizado (EV).
- Costo real del trabajo realizado (AC).

## **4.1. Pasos para el Análisis**

### **4.1.1. Integración**

Para realizar la implementación de un Sistema de Valor Ganado (EVM), se necesita integrar los documentos previamente elaborados como la estructura de desglose de trabajo del proyecto, el cronograma del proyecto y el presupuesto aprobado en la línea base.

### **4.1.2. Cuentas de Control**

Una vez definida la estructura de desglose de trabajo se definen las cuentas de control, su número dependerá de la magnitud del proyecto. Con las cuentas de control creadas se mide el valor ganado durante el desarrollo del proyecto según el tiempo que se haya determinado para su seguimiento, se obtiene además el costo real de la contabilidad y luego se realiza una comparación con la línea base de medición del desempeño para controlar el trabajo, esto se realiza para determinados aspectos del proyecto.

### **4.1.3. Métodos de Medición del Trabajo**

Para definir el valor ganado es necesario establecer la manera en que se medirá el trabajo, la cual se define en su mayoría de los casos por el director o líder del proyecto, por los propios implicados o por aspectos legales definidos en el contrato.

Entre las técnicas para realizar la medición del trabajo están:

- **Razones como 50/50, 40/60 o 25/75.** El primero de los valores se asigna al iniciar el trabajo y el último al entregarlo.
- **Regla 0/100.** Todo el trabajo se asigna luego de ser concluido.
- **Logros por hitos.** Al completar una meta se hace una asignación de un porcentaje del valor o una cantidad fija pre establecida.
- **Por unidades terminadas y entregadas.** Semejante a la regla 0/100 pero orientada a componentes entregables.
- **Escala de valores discretos de progreso tal como 0/25/50/75/100%.** Se trata de fórmulas usadas para actividades que requieren mayor tiempo para ser concluidas y donde se otorgan porcentajes fijos en la medida en que se alcanzan características o se completan trabajos parciales.
- **Por ciento completado del trabajo.** Este método asigna un porcentaje de avance acordado. El valor puede no representar la realidad.
- **Medición del nivel de esfuerzo (LOE).** Con esta técnica se asigna el tiempo en que se realizó el trabajo, al hacer esta asignación al final tiene como desventaja que por lo general coincide el valor ganado con el valor planificado.

Asignación proporcional al esfuerzo. Se usa en trabajos o actividades, normalmente de funciones de gestión, que son proporcionales al trabajo directo. Por ejemplo inspección, calidad, seguridad, almacenamiento, etc. Se asigna como un porcentaje fijo de otros trabajos medidos con fórmulas.

#### **4.1.4. Cambios de la Línea Base**

Teniendo en cuenta los resultados de las mediciones del desempeño así como del nivel de incertidumbre que el proyecto presente en el proyecto, se hará necesario o no realizar cambios en las líneas bases definidas en el mismo ya sea en alcance, tiempo o costo. El mayor responsable de los cambios será el director del proyecto para lo cual debe apoyarse en el sistema de control integrado de cambios el cual filtrará los cambios necesarios de los postergables o no necesarios.

#### **4.1.5. Variación**

Los indicadores de variación obtenidos de la aplicación de las herramientas de la administración de valor ganado son muy importantes y dan una visión de forma sencilla del comportamiento del rendimiento del proyecto.

**Variación del Costo (CV):** La CV es la diferencia entre el valor ganado y el costo real. Permite saber si el proyecto se encuentra por encima o por debajo

del valor planeado del presupuesto al momento de realizar el análisis. Si este indicador toma un valor negativo significa que el proyecto sobrepasó el límite del presupuesto siendo este un resultado no deseable.

Su fórmula es:  $CV = EV - AC$ .

**Variación del Cronograma (SV):** La SV es la diferencia entre el valor ganado y el valor planificado, permite saber si respecto al cronograma planificado el proyecto se encuentra atrasado o adelantado al momento de realizar el análisis. Este indicador compara el trabajo realizado (EV) con el valor planeado (PV). Al final del proyecto la variación del cronograma deberá hacerse cero pues se habrán ganado todos los valores planificados. Cuando este resultado toma un valor negativo, significa que el proyecto se encuentra atrasado, siendo este un resultado no deseable.

Su fórmula es:  $SV = EV - PV$ .

**Porcentaje de Variación del Cronograma:** Indica la envergadura, en valores porcentuales, de la variación que se ha producido con respecto al cronograma.

Su fórmula es:  $SV (\%) = SV / PV$ .

**Porcentaje de Variación del Presupuesto:** Indica la magnitud, en valores porcentuales, de la variación que se ha producido con respecto al presupuesto.

$$CV (\%) = CV / EV.$$

#### 4.1.6. Índices

Los índices reflejan el desempeño del trabajo sobre la base de los recursos disponibles:

- **Índice de Rendimiento del Costo (CPI)**, el cual es expresado por la razón entre el valor ganado y el costo real. Un CPI inferior a 1 indica que los costos han sido superiores a lo planificado, un valor por encima de 1 indica que los gastos estuvieron por debajo de lo planificado.
  - Su fórmula es:  $CPI = EV / AC$ .
- **Índice de Rendimiento del Cronograma (SPI)**, se utiliza en conjunto con el cronograma para estimar la finalización del proyecto en cuanto a fecha. Combinándolo con el índice de rendimiento de costo ayuda a predecir otras estimaciones de la conclusión del proyecto.
  - Su fórmula es:  $SPI = EV / PV$ .

La información de estos indicadores muestra las variaciones de los índices, es posible representarlos gráficamente y con ello poder fijar límites de variaciones inferiores y superiores para llegar a conclusiones sobre tendencias, identificar causas etc.

#### **4.1.7. Análisis de Proyecciones**

El análisis de proyecciones consiste en representar gráficamente los valores de los análisis realizados de los indicadores mencionados anteriormente. Las proyecciones ayudan a comprender algunas cuestiones y a dar respuestas a interrogantes como:

- ¿Cuán eficientemente usamos el tiempo?
- ¿Cuándo probablemente terminará el proyecto?
- ¿Los gastos están acorde al presupuesto?
- ¿Cuánto costará el trabajo restante?
- ¿Cuánto costará el proyecto completo?
- ¿Cuáles serán los costos finales respecto al presupuesto?

#### **4.1.8. Índice de Desempeño para Concluir**

El Índice de Desempeño para Concluir (TCPI) es el resultado de la división entre el trabajo pendiente por realizar y el presupuesto disponible.

Se expresa mediante la fórmula:  $TCPI = (BAC - EV) / (BAC - AC)$

## **CAPITULO 5**

### **5. ANÁLISIS DE PROYECTO REAL**

#### **5.1. Antecedentes**

Los contenidos descritos en capítulos anteriores son la aportan los métodos y herramientas necesarias para hacer el análisis de costos al proyecto Sistema Informático Contable Financiero subsistema perteneciente al proyecto Sistemas Informáticos de Última Generación (SIUG).

El Sistema Informático Contable Financiero consiste en desarrollar un sistema que permita a empresas de mediano tamaño controlar su contabilidad, haciendo más fácil las operaciones y la obtención de la información referente a esta área de suma importancia para las empresas modernas.

El proyecto de desarrollo se originó debido a la necesidad de contar con un sistema que automatice las operaciones contables así como la información

necesaria para dichas operaciones además de permitir la obtención de reportes requeridos para el control y seguimiento del funcionamiento que puedan ser utilizados en la toma de decisiones. Por esta razón el tiempo previsto para su culminación fue de 10 meses calendarios a partir del comienzo del proyecto. El costo planificado para el proyecto fue de \$83,500.00 el cual se desglosaría en:

- 40% a la firma del contrato para dar comienzo con las tareas.
- 40% a la entrega del 80% de las funcionalidades del proyecto terminadas. Esta primera fase debe estar culminada antes de los 6 meses.
- 20% al terminar la implantación y puesta en funcionamiento del software. Este pago incluye un periodo de soporte técnico de un mes luego del último pago.

Para hacer un correcto seguimiento sobre el desarrollo del proyecto se hará uso de la herramienta de control EVA utilizando. El seguimiento y análisis se realizará en dos puntos de control, el primero al finalizar la primera etapa y el otro con la última entrega al finalizar el proyecto.

## **5.2. Estimaciones de Costos**

### **5.2.1. Entradas**

Para la estimación de costos se han utilizado documentos como la EDT al nivel primario de detalles en que se encuentran los paquetes de trabajo, el

cronograma del proyecto en el que se plasman la fecha de inicio y fin de cada actividad y el Presupuesto del Proyecto. Es necesario destacar que para el desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta que se cuenta con un equipo estable y el proyecto no presenta una gran complejidad ni su duración es muy extensa, se optó por no manejar los riesgos como documento propuesto por la metodología (Matriz de Riesgos) sino que cada riesgo se tuvo en cuenta al momento de la planificación.

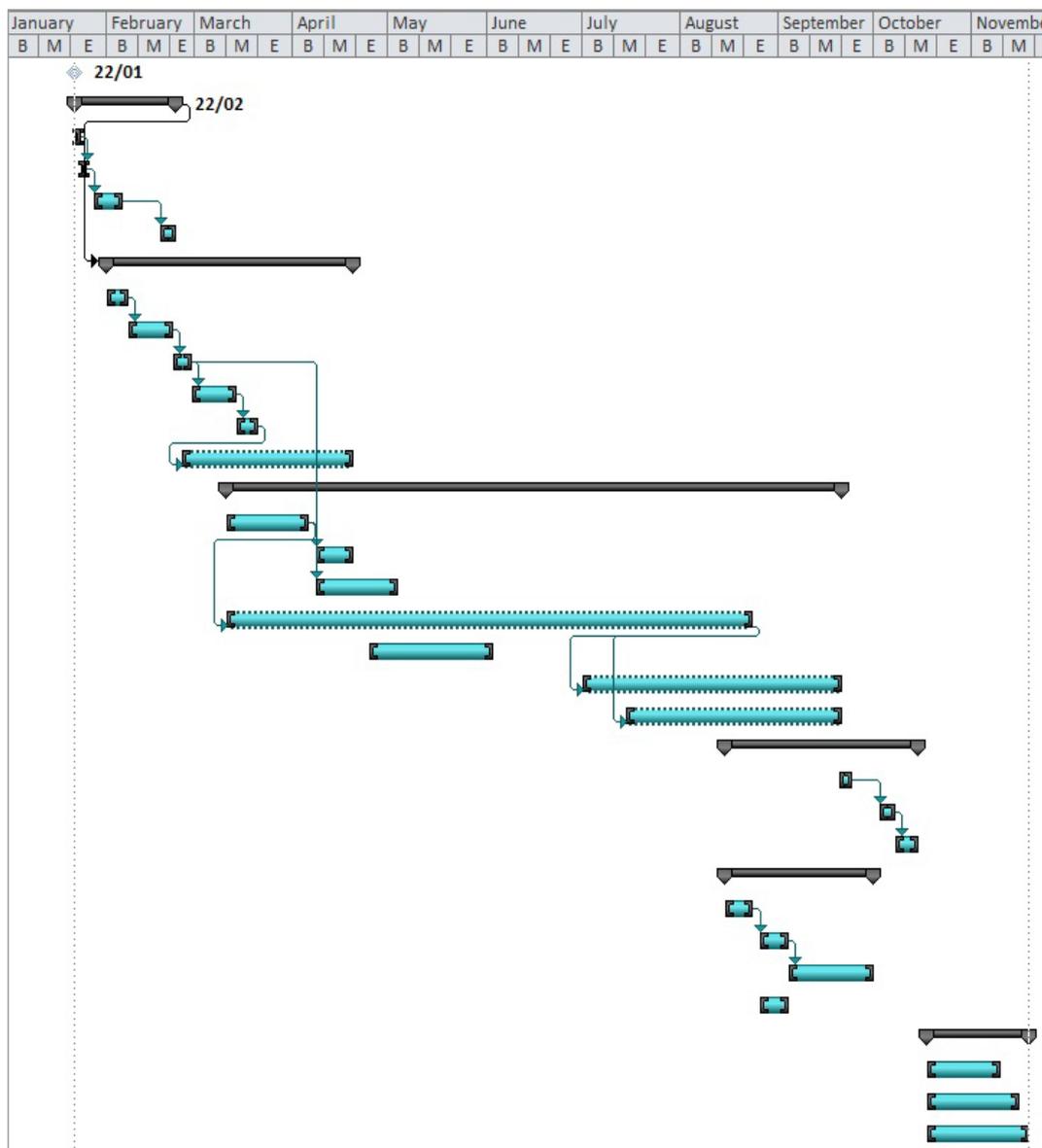
**Tabla 5.1** Estructura de Desglose del Proyecto “**SIUG Contable**”

Actividad	Paquete de Trabajo
<b>Establecimiento de Visión y Alcance del Proyecto</b>	Taller 1. Concepción del Proyecto.
	Taller 2. Determinación del Alcance.
	Identificación de Actores
	Taller 3. Entrevistas con Especialistas funcionales.
	Identificación de Actores.
	Captura de Información.

<b>Levantamiento Requerimientos</b>	Obtención de modelos de Información.
	Modelación de Procesos
	Identificación de entidades de Información.
	Especificación de Requerimientos
<b>Desarrollo del Sistema</b>	Análisis
	Diseño e implementación de Base de Datos
	Diseño de Interfaces de Usuarios
	Implementación
	Gestión de Configuración
	Pruebas
	Desarrollo de Manual de Usuario

<b>Capacitación</b>	Elaboración del material para capacitación
	Reproducción y Distribución de Material de Capacitación
	Talleres de Capacitación
	Especificación de Documentos de Capacitación
<b>Despliegue</b>	Instalación del sistema
	Configuración
	Pruebas
<b>Soporte</b>	Supervisión de Uso de la aplicación
	Asesoría de Uso de Aplicación
	Correcciones

El cronograma establece la fecha de inicio de un proyecto y a partir de esta la estimación de tiempo por cada actividad. Como se ha mencionado si la programación de los recursos y tiempo se realiza con anticipación y una detenida evaluación de cada aspecto el cronograma no debería sufrir cambios aunque en la práctica es muy difícil lograrlo. Para el presente proyecto se realizó el cronograma mediante la herramienta Microsoft Project 2010 del paquete Microsoft Office 2010.



**Figura 5.1 Cronograma del Proyecto “SIUG Contable”**

### 5.2.2. Herramientas y Técnicas

Existen muchas herramientas para realizar la estimación de los costos en proyectos informáticos, algunas de ellas fueron descritas en el epígrafe correspondiente a Herramientas y Técnicas del primer capítulo.

Teniendo en cuenta las ventajas y debilidades de cada uno y según las particularidades del proyecto se decidió utilizar la técnica de Estimación Ascendente. Esta técnica consiste en hacer un desglose de las actividades o paquetes de trabajo en actividades más pequeñas. Una vez realizado el desglose se procede a asignar costos de cada paquete o actividad con lo cual es posible mediante la suma de los costos de todas las actividades obtener el costo total estimado del proyecto.

Aunque esta técnica fue descrita en el epígrafeantes mencionado vale destacar que para que la estimación sea lo más acertada posible hay que tener varios aspectos importantes si los cuales no la estimación no será lo necesariamente aproximada que se requiere. En primer lugar la clave está en hacer un correcto desglose de las actividades para lograr el mayor grado de detalle que sea posible para ser estimado con mayor claridad y así lograr mayor precisión.

La técnica debe ser aplicada por personas con un alto grado de conocimiento del proyecto, sus entregables y plazos o al menos que estas personas se involucren lo más posible al proceso.

**Tabla 5.2** Actividades Globales y sus Costos

<b>Actividad</b>	<b>Costo Estimado Analizado</b>	<b>Costo Estimado Real (CTI)</b>
<b>Establecimiento de Visión y Alcance del Proyecto</b>	\$ 1,500.00	\$ 900.00
<b>Levantamiento Requerimientos</b>	\$ 15.000,00	\$ 16200,00
<b>Desarrollo del Sistema</b>	\$ 46.000,00	\$ 51.300,00
<b>Capacitación</b>	\$ 10.500,00	\$ 4.300,00
<b>Despliegue</b>	\$ 5.500,00	\$ 2.500.00
<b>Soporte</b>	\$ 5.000,00	\$ 2.700,00
<b>COSTO TOTAL ESTIMADO</b>	<b>\$ 83.500.00</b>	<b>\$ 77.900,00</b>

### 5.2.3. Salidas

Una vez aplicada las técnicas ya mencionadas se obtiene la Estimación de Costo de Actividades de proyecto o Presupuesto del Proyecto.

**Tabla 5.3** Estimación de Costo de Actividades.

Actividad	Paquete de Trabajo	Costo Estimado
Establecimiento de Visión y Alcance del Proyecto	Taller 1. Concepción del Proyecto.	\$ 500.00
	Taller 2. Determinación del Alcance.	\$ 300.00
	Formación de Alianzas	\$ 200.00
	Taller 3. Entrevistas con Especialistas funcionales.	\$ 500.00
<b>Costo de Paquete de Trabajo</b>		<b>\$ 1,500.00</b>
Levantamiento Requerimientos	Identificación de Actores.	\$ 500.00
	Captura de Información.	\$ 5,000.00
	Obtención de modelos de Información.	\$ 500.00

	Modelación de Procesos.	\$ 2,000.00
	Identificación de entidades de Información.	\$ 2,000.00
	Especificación de Requerimientos.	\$ 5,000.00
<b>Costo de Paquete de Trabajo</b>		<b>\$ 15,000.00</b>
Desarrollo del Sistema	Análisis	\$ 5,000.00
	Diseño e implementación de Base de Datos	\$ 5,000.00
	Diseño de Interfaces de Usuarios	\$ 1,000.00
	Implementación	\$ 30,000.00
	Gestión de Configuración	\$ 1,200.00
	Pruebas	\$ 1,800.00
	Desarrollo de Manual de Usuario	\$ 2,000.00
<b>Costo de Paquete de Trabajo</b>		<b>\$ 46,000.00</b>

Capacitación	Elaboración del material para capacitación	\$ 2,000.00
	Reproducción y Distribución de Material de Capacitación	\$ 1,000.00
	Talleres de Capacitación	\$ 2,500.00
	Especificación de Documentos de Capacitación	\$ 2,000.00
<b>Costo de Paquete de Trabajo</b>		<b>\$ 10,500.00</b>
Despliegue	Instalación del sistema	\$ 2,500.00
	Configuración	\$ 1,500.00
	Pruebas	\$ 1,500.00
<b>Costo de Paquete de Trabajo</b>		<b>\$ 5,500.00</b>
Soporte	Supervisión de Uso de la aplicación	\$ 1,500.00
	Asesoría de Uso de Aplicación	\$ 1,000.00

	Correcciones	\$ 2,500.00
<b>Costo de Paquete de Trabajo</b>		<b>\$ 5,000.00</b>
<b>COSTO ESTIMADO TOTAL</b>		<b>\$ 83,500.00</b>

### 5.3. Determinar Presupuesto

#### 5.3.1. Entradas

Con el documento de la Estimación de Costos de las Actividades, la Estructura de Desglose de Trabajo, Cronograma del Proyecto se realiza el presupuesto para el proyecto el cual debe contemplar los gastos de las actividades así como otras consideraciones necesarias reflejadas en los demás documentos.

#### 5.3.2. Herramientas y Técnicas

Para la estimación de costos por actividad existen varias herramientas, algunas de ellas descritas en el epígrafe de herramientas y técnicas del capítulo 2 Diseño de Presupuesto. De estas se seleccionaron la Suma de Costos y Análisis de la Reserva, para el uso de esta última se fijó un rango de +/- 5% para la reserva de contingencia y reserva de gestión.

**Tabla 5.4** Análisis de Reserva.

Tipo de Reserva	% de Precisión	Valor
<b>Reserva de Contingencia</b>	5%	\$ 4175,00
<b>Reserva de Gestión</b>	5%	\$ 4175,00

**Tabla 5.5** Estimación Ascendente.

Actividad	Paquete de Trabajo	Costo Estimado
Establecimiento de Visión y Alcance del Proyecto	Taller 1. Concepción del Proyecto.	\$ 300.00
	Taller 2. Determinación del Alcance.	\$ 200.00
	Formación de Alianzas	\$ 250.00
	Taller 3. Entrevistas con Especialistas funcionales.	\$ 150.00
<b>Costo de Paquete de Trabajo</b>		<b>\$ 900.00</b>
Levantamiento	Identificación de Actores.	\$ 500.00

Requerimientos	Captura de Información.	\$ 5,500.00
	Obtención de modelos de Información.	\$ 700.00
	Modelación de Procesos	\$ 2,200.00
	Identificación de entidades de Información.	\$ 2,300.00
	Especificación de Requerimientos	\$ 5,000.00
<b>Costo de Paquete de Trabajo</b>		<b>\$ 16,200.00</b>
Desarrollo del Sistema	Análisis	\$ 5,200.00
	Diseño e implementación de Base de Datos	\$ 5,800.00
	Diseño de Interfaces de Usuarios	\$ 2,600.00
	Implementación	\$ 33,000.00
	Gestión de Configuración	\$ 1,200.00
	Pruebas	\$ 1,500.00
	Desarrollo de Manual de	\$ 2,000.00

	Usuario	
<b>Costo de Paquete de Trabajo</b>		<b>\$ 51,300.00</b>
Capacitación	Elaboración del material para capacitación	\$ 1,500.00
	Reproducción y Distribución de Material de Capacitación	\$ 700.00
	Talleres de Capacitación	\$ 1,500.00
	Especificación de Documentos de Capacitación	\$ 600.00
<b>Costo de Paquete de Trabajo</b>		<b>\$ 4,300.00</b>
Despliegue	Instalación del sistema	\$ 800.00
	Configuración	\$ 500.00
	Pruebas	\$ 1,200.00
<b>Costo de Paquete de Trabajo</b>		<b>\$ 2,500.00</b>
Soporte	Supervisión de Uso de la aplicación	\$ 700.00
	Asesoría de Uso de	\$ 600.00

	Aplicación	
	Correcciones	\$ 1,400.00
<b>Costo de Paquete de Trabajo</b>		<b>\$ 2,700.00</b>
<b>COSTO ESTIMADO TOTAL</b>		<b>\$ 77,900.00</b>

### 5.3.3. Salidas

Al aplicar las técnicas antes mencionadas se obtiene el documento de la Línea Base del Desempeño de Costos el cual coincide con la suma de costos mediante la Estimación Ascendente (***Desglose de Paquete de Trabajo y Estimación de Costos de Actividades***).

### 5.4. Control de Costos

Como se mencionó al comienzo del presente capítulo para realizar un correcto seguimiento de los costos se aplican los pasos definidos según el estándar Análisis de Valor Ganado (EVA). Para ello se tomarán los dos puntos de control mencionados, para los cuales se realizarán los análisis según diferentes índices o parámetros.

#### **5.4.1. Integración**

El estándar EVA pretende crear un Sistema de Valor Ganado (EVM) a través de la integración del documento de Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) con el Cronograma del Proyecto y el Documento del Presupuesto.

#### **5.4.2. Cuentas de Control**

Para hacer el correcto seguimiento del desarrollo del proyecto se consideran dos cuentas de control con el fin de dividir el análisis de acuerdo:

**Cuenta A:** Cuenta que corresponde a las actividades realizadas hasta la finalización de la primera etapa 22 de julio de 2013.

**Cuenta B:** Cuenta que corresponde al finalizar la segunda etapa del proyecto luego del mes previsto para el soporte técnico. Esta etapa culmina el 18 de noviembre de 2013.

#### **5.4.3. Métodos de Medición del Trabajo**

El método a utilizar para la medición del trabajo será el de la Razón o regla valor al iniciar y valor al entregar. En este caso se usará la regla 50/50, de esta forma se asigna la mitad del valor del trabajo al iniciarse y la otra mitad del valor al concluir o ser entregado.

#### 5.4.4. Cambios a Línea Base

Al ser el SIUG Contable un proyecto ya terminado, no es posible analizar los cambios en la línea base.

#### 5.4.5. Indicadores de Variación

Para el punto de control A fijado en el fin de la primera etapa, se realiza el estudio de los indicadores de variación.

##### Variación de costo (CV):

##### Punto de Control A:

Datos Iniciales:

$$EV = 50100$$

$$AC = 56780$$

Aplicación de Fórmula:

$$CV = EV - AC$$

$$CV = 50100 - 56780$$

$$CV = -6680$$

Interpretación:

En el punto A el proyecto presenta un gasto de \$6680 lo cual representa un 11.7% por encima del costo planificado.

**Variación de Cronograma (SV):****Punto de Control A:**

Datos Iniciales:

$$EV = 50100$$

$$PV = 53440$$

Aplicación de Fórmula:

$$SV = EV - PV$$

$$SV = 50100 - 53440$$

$$SV = -3340$$

Interpretación:

A este punto de control el proyecto se encuentra ligeramente retrasado, por lo cual se hace necesario tomar medidas para corregir dicha desviación para terminar el proyecto en el tiempo planificado.

**Porcentaje de Variación de Cronograma (SV%):****Punto de Control A:**

Datos Iniciales:

$$SV = -3340$$

$$PV = 53440$$

Aplicación de Fórmula:

$$SV(\%) = \frac{SV}{PV}$$

$$SV(\%) = \frac{-3340}{53440}$$

$$SV(\%) = -6.25$$

Interpretación:

Hasta este punto existe un retraso en el cronograma de un 6.25% por lo que es necesario hacer reajustes para corregir la desviación. Sin embargo se puede decir que el retraso es pequeño por lo que no representa un peligro para el cumplimiento de los compromisos.

### **Porcentaje de Variación de Presupuesto (CV%):**

#### **Punto de Control A:**

Datos Iniciales:

$$CV = - 6680$$

$$EV = 50100$$

Aplicación de Fórmula:

$$CV(\%) = \frac{CV}{EV}$$

$$CV(\%) = \frac{-6680}{50100}$$

$$CV(\%) = -13.3$$

Interpretación:

Para este punto se determinó que el proyecto está en un 13.3% sobre el presupuesto del costo previsto para esta etapa.

A continuación se realiza el análisis de los indicadores de variación para el punto de control B fijado en el fin de la segunda etapa del proyecto.

### **Variación de costo (CV):**

#### **Punto de Control B:**

Datos Iniciales:

$$EV = 83500$$

$$AC = 77900$$

Aplicación de Fórmula:

$$CV = EV - AC$$

$$CV = 83500 - 77900$$

$$CV = 5600$$

Interpretación:

A pesar de que los costos en el punto A estaban por encima de lo planificado, al finalizar la segunda etapa los costes se comportaron dentro de lo planificado, incluso se reportó una reducción de \$5600 lo cual representa un 6.7% del total planificado.

**Variación de Cronograma (SV):**

**Punto de Control B:**

Datos Iniciales:

$$EV = 83500$$

$$PV = 83500$$

Aplicación de Fórmula:

$$SV = EV - PV$$

$$SV = 83500 - 83500$$

$$SV = 0$$

Interpretación:

Partiendo del retraso en el cronograma detectado en punto de control A se tomaron medidas

administrativas lo cual permitió que no hubiese variación en el cronograma y que el proyecto terminara en el tiempo previsto

### **Porcentaje de Variación de Cronograma (SV%):**

#### **Punto de Control B:**

Datos Iniciales:

$$SV = 0$$

$$PV = 83500$$

Aplicación de Fórmula:

$$SV(\%) = \frac{SV}{PV}$$

$$SV(\%) = \frac{0}{83500}$$

$$SV(\%) = 0$$

Interpretación:

En el punto de control A se detectó un retraso el cual en el transcurso de la segunda etapa del

proyecto se corrigió por lo que en el proyecto terminó en el tiempo planificado.

**Porcentaje de Variación de Presupuesto (CV%):**

**Punto de Control B:**

Datos Iniciales:

$$CV = 5600$$

$$EV = 83500$$

Aplicación de Fórmula:

$$CV(\%) = \frac{CV}{EV}$$

$$CV(\%) = \frac{5600}{83500}$$

$$CV(\%) = 6.7$$

Interpretación:

Al finalizar esta etapa se tuvo un 6.7% de utilidades del presupuesto general.

#### 5.4.6. Índice de Desempeño

Para el punto de control A se realizan los análisis de los índices de desempeño.

#### Índice de Desempeño del Presupuesto (CPI%):

##### Punto de Control A:

Datos Iniciales:

$$EV = 50100$$

$$AC = 56780$$

Aplicación de Fórmula:

$$CPI(\%) = \frac{EV}{AC}$$

$$CPI(\%) = \frac{50100}{56780}$$

$$CPI(\%) = 0.88$$

Interpretación:

El valor del índice del desempeño del presupuesto obtenido en el punto de control A por debajo de 1 significa que el proyecto está por encima del presupuesto o lo que es lo mismo que se ha gastado más de lo que se había previsto.

**Índice de Desempeño del Cronograma (SPI%):****Punto de Control A:**

Datos Iniciales:

$$EV = 50100$$

$$PV = 53440$$

Aplicación de Fórmula:

$$SPI(\%) = \frac{EV}{PV}$$

$$SPI(\%) = \frac{50100}{53440}$$

$$SPI(\%) = 0.9375$$

Interpretación:

El valor del índice del desempeño del cronograma está por debajo de 1 lo cual significa que el proyecto está retrasado.

**Índice de Desempeño del Presupuesto (CPI%):****Punto de Control B:**

Datos Iniciales:

$$EV = 83500$$

$$AC = 77900$$

Aplicación de Fórmula:

$$CPI(\%) = \frac{EV}{AC}$$

$$CPI(\%) = \frac{83500}{77900}$$

$$CPI(\%) = 1.071$$

Interpretación:

El valor del índice del desempeño del presupuesto obtenido en el punto de control B por encima de 1 significa que los gastos del proyecto están por debajo del presupuesto o lo que es lo mismo que se ha gastado menos de lo que se había previsto y por tanto representa una utilidad.

### **Índice de Desempeño del Cronograma (SPI%):**

#### **Punto de Control B:**

Datos Iniciales:

$$EV = 83500$$

$$PV = 83500$$

Aplicación de Fórmula:

$$SPI(\%) = \frac{EV}{PV}$$

$$SPI(\%) = \frac{83500}{83500}$$

$$SPI(\%) = 1$$

Interpretación:

El valor del índice del desempeño del cronograma es igual a 1 significa que el proyecto está retrasado.

#### **5.4.7. Análisis de Proyecciones**

Análisis de las Proyecciones del proyecto para el punto A.

**Costo de Estimaciones para Terminar (ETC):**

**Punto de Control A:**

Datos Iniciales:

$$BAC = 83500$$

$$EV = 50100$$

Aplicación de Fórmula:

$$\text{ETC} = \text{BAC} - \text{EV}$$

$$\text{ETC} = 83500 - 50100$$

$$\text{ETC} = 33400$$

Interpretación:

El valor 33400 representa el la cantidad necesaria para terminar el proyecto calculado desde el punto de control A.

### **Costo de Estimado a la Terminación (EAC):**

#### **Punto de Control A:**

Datos Iniciales:

$$\text{AC} = 56780$$

$$\text{ETC} = 33400$$

Aplicación de Fórmula:

$$\text{EAC} = \text{AC} + \text{ETC}$$

$$\text{EAC} = 56780 + 33400$$

$$\text{EAC} = 90180$$

Interpretación:

El valor EAC obtenido representa lo que costaría culminar el proyecto si se mantiene la tendencia de gastos hasta el punto de control A dado su retraso.

A continuación se analizan las Proyecciones del punto de control B.

**Costo de Estimaciones para Terminar (ETC):**

**Punto de Control B:**

Datos Iniciales:

$$\text{BAC} = 83500$$

$$\text{EV} = 83500$$

Aplicación de Fórmula:

$$\text{ETC} = \text{BAC} - \text{EV}$$

$$\text{ETC} = 83500 - 83500$$

$$\text{ETC} = 0$$

Interpretación:

El valor ETC igual a 0 significa que el proyecto termino sin sobrantes ni faltantes al finalizar la segunda etapa.

**Costo de Estimado a la Terminación (EAC):****Punto de Control B:**

Datos Iniciales:

$$AC = 77900$$

$$ETC = 0$$

Aplicación de Fórmula:

$$EAC = AC + ETC$$

$$EAC = 77900+0$$

$$EAC = 77900$$

Interpretación:

El valor EAC obtenido se iguala al valor planificado por lo tanto el proyecto se desarrolló dentro de los planes iniciales.

**5.4.8. Índice de Desempeño de Trabajo por Completar (TCPI)**

Análisis de los índices de desempeño de trabajo por completar en el punto de control B.

**Basado en BAC:****Punto de Control A:**

Datos Iniciales:

$$BAC = 83500$$

$$EV = 50100$$

$$AC = 56780$$

Aplicación de Fórmula:

$$TCPI = \frac{(BAC - EV)}{(BAC - AC)}$$

$$TCPI = \frac{(83500 - 50100)}{(83500 - 56780)}$$

$$TCPI = \frac{(33400)}{(26720)}$$

$$TCPI = 1.25$$

**Basado en el EAC:**

**Punto de Control A:**

Datos Iniciales:

$$BAC = 83500$$

$$EV = 50100$$

$$EAC = 90180$$

$$AC = 56780$$

Aplicación de Fórmula:

$$TCPI = \frac{(BAC - EV)}{(EAC - AC)}$$

$$TCPI = \frac{(83500 - 50100)}{(90180 - 56780)}$$

$$TCPI = \frac{(33400)}{(33400)}$$

$$TCPI = 1.00$$

Análisis de los índices de desempeño de trabajo por completar en el punto de control B.

**Basado en BAC:**

**Punto de Control B:**

Datos Iniciales:

$$BAC = 83500$$

$$EV = 83500$$

$$AC = 77900$$

Aplicación de Fórmula:

$$TCPI = \frac{(BAC - EV)}{(BAC - AC)}$$

$$TCPI = \frac{(83500 - 83500)}{(83500 - 77900)}$$

$$TCPI = \frac{(0)}{(5600)}$$

$$TCPI = 0$$

**Basado en el EAC:**

**Punto de Control B:**

Datos Iniciales:

$$BAC = 83500$$

$$EV = 83500$$

$$EAC = 77900$$

$$AC = 77900$$

Aplicación de Fórmula:

$$TCPI = \frac{(BAC - EV)}{(EAC - AC)}$$

$$TCPI = \frac{(83500 - 83500)}{(77900 - 77900)}$$

$$TCPI = \frac{(0)}{(0)}$$

$$TCPI = \text{Indefinido}$$

#### 5.4.9. Conclusiones de Análisis

Una vez realizados los análisis de los diferentes índices se puede llegar a varias conclusiones:

- Al terminar la primera mitad, el proyecto se encontraba con cierto retraso que representaba un 13.3% de los valores planificados inicialmente. Tomando las medidas correctivas necesarias al término de la segunda etapa se logró terminar dentro de los planes previstos incluso con unas utilidades de 5600 dólares lo cual representa un 6.7% del presupuesto total.
- De acuerdo con la planificación de costos en el análisis realizado en el punto de control A se determinó que el proyecto presentó un retraso que no tuvo grandes implicaciones para la culminación exitosa del mismo pues con el análisis de la segunda etapa se comprobó que el proyecto terminó dentro de los costos planificados.
- Por tanto se puede decir que el manejo de los recursos financieros y de tiempo según cronograma en el proyecto se realizaron de manera correcta, lo cual permitió llevar a buen término su culminación.

## **CONCLUSIONES**

1. En la actualidad cobra cada vez más fuerza la Gestión de Proyectos y dentro de esta la Gestión de Costos como el factor que define en gran medida el éxito o el fracaso de un proyecto de cualquier área y en especial en los proyectos de desarrollo de software. Su importancia está dada no solo por la planificación y control de los costos sino además por la estructura que proporciona al proyecto convirtiéndose en una guía para su desarrollo y estableciendo formas de interacción entre los distintos componentes del proyecto facilitando así el trabajo en equipo.
2. Para gestionar correctamente un proyecto se tienen que tener en cuenta tres elementos principales, en primer lugar el alcance, el tiempo disponible y el costo necesario. Estos elementos están estrechamente relacionados entre sí y no pueden analizarse o

gestionarse por separado pues una alteración en uno de ellos implica necesariamente cambios en los demás.

3. La Gestión de Costos define pautas para el análisis y medición del avance del proyecto mediante la planificación de los costos a priori de cada actividad necesaria comenzando con las más complejas y a continuación haciendo un desglose de las mismas, se realiza un presupuesto general en base a las estimaciones de actividades lo cual permite establecer mecanismos y herramientas de control de los costos. Por último monitorea y controla los recursos financieros y como pueden ser alterados por el alcance o el tiempo previstos.
4. El éxito de un proyecto no se logra con una correcta Gestión de costos sino que es necesario lograr un trabajo en equipo y un compromiso de sus miembros en las tareas que se requieren llevar a cabo.

## RECOMENDACIONES

1. Al inicio de cada proyecto se recomienda realizar una detallada estimación y planificación de los costos. Esta planificación es la que debe regir el desarrollo del proyecto y el manejo de sus recursos financieros.
2. Se debe seguir la recomendación de mantener una reserva de contingencia, la cual representa un por ciento del presupuesto general como se explica en el presente trabajo. Esta reserva constituye un seguro para cualquier eventualidad durante el transcurso del proyecto.
3. Se recomienda establecer tantos puntos de control como se estime conveniente en dependencia de la complejidad del proyecto siempre que esto no constituya un gasto de esfuerzo innecesario. Mediante el

análisis de los indicadores en los distintos puntos de control es posible corregir a tiempo desviaciones de las diferentes líneas base.

4. Para las estimaciones iniciales y cualquiera sea el método utilizado se recomienda contar con la participación o criterio de especialistas con experiencia en la actividad que se va a desarrollar.
5. Es importante además mantener la Guía de PMBOK como libro de cabecera.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) Alvarez, J. (2008). *REVISIÓN DE LOS MODELOS DE ESTIMACIÓN SOFTWARE*. Obtenido de [http://sinbad2.ujaen.es/cod/archivosPublicos/pfc/pfc\\_jesus\\_alvarez.pdf](http://sinbad2.ujaen.es/cod/archivosPublicos/pfc/pfc_jesus_alvarez.pdf)
- 2) Bailey, J. H., & Basili, V. R. (1981). *A Meta-Model for Software Development Resource Expenditures*. Recuperado el 12 de 11 de 2013, de <http://www.cs.umd.edu/~basili/publications/proceedings/P18.pdf>
- 3) Gómez, A., López, M., Migani, S., & Otazú, A. (2008). *UN MODELO DE ESTIMACION DE PROYECTOS DE SOFTWARE*.
- 4) Hernández, L. S. (20 de 1 de 2012). *Los Costos de Calidad*. Recuperado el 10 de 11 de 2013, de <http://www.monografias.com/trabajos90/costos-calidad/costos-calidad.shtml>
- 5) Norma Nacional Americana. (2004). *Guía de los Fundamentos de la Direccion de Proyectos. Tercera Edicion*.

- 6) Project Management Institute. (2004). *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía de PMBOK)*. EE.UU.
- 7) Proyectotictac. (23 de 1 de 2012). *TECNICAS DE ESTIMACION DE PROYECTOS (LDC)*. Obtenido de <http://proyectotictac.files.wordpress.com/2012/02/tecnicaestimacic3b3nldc.pdf>
- 8) Sánchez Florentino, L., Bonilla, J. M., & Payano Valenzuela, R. (27 de 04 de 2012). *Gestión de los Costos del Proyecto*.
- 9) Sánchez, L. (2012). *Estimar los Costos*. Recuperado el 10 de 11 de 2013, de <http://capitulo7pmbok.wordpress.com/gestion-de-los-costos-del-proyecto/>
- 10) Valenzuela, E. (2013). *Gerencia de Proyectos*. Recuperado el 27 de 11 de 2013, de <http://gerenciadeproyectos88.blogspot.com/2008/08/gestion-de-costos.html>