UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS

FACULTAD 3

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

Tema: Modelo para la gestión de costos de los proyectos de softwares nacionales.

Autoras:

Yeney Martín Lache.

Yitselis Rosabal Milanés.

Tutor:

Ing. Dinella Aguilera González.

Ciudad de la Habana

Junio 2008

"Cuando puedas medir lo que estás diciendo y expresarlo en números, sabrás algo acerca de eso; pero cuando no puedes medirlo, cuando no puedes expresarlo en números, tus conocimientos serán escasos y no satisfactorios"

Lord Kelvin

Declaración de autoría

Declaramos que somos las únicas autoras de este trabajo y autorizamos a la Facultad 3 de la Universidad de Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo en su beneficio.

Para que así conste firmamos el presente a los ___ días del mes de _____ del año _____.

Yeney Martín Lache

_____

Yitselis Rosabal Milanes

_____

Ing. Dinella Aguilera González

_____

Agradecimientos

A mi **mamita bella**, a mi **papito adorado** y a mi **tía Helen** que tanto admiro y aprecio, por estar siempre a mi lado, por siempre brindarme su confianza y por todo el apoyo y comprensión que me han dado en estos 5 años de mi carrera universitaria.

A mi **hermano querido José Carlos**, porque gracias a él en los días más difíciles me ha hecho sonreír con sus locuras de hermano menor.

A mis **abuelitos Tita, Macho y Carmen**, por siempre confiar en mí, y siempre estar ahí para darme un consejo cuando más lo he necesitado.

A mi **tía Dulce** y a su esposo **Ferreiro**, gracias por todo lo bueno que han sido conmigo y por hacerme sentir como una hija para ustedes.

A **Mami y a Papi**, porque para mi han sido como mis segundos padres, brindándome su apoyo y su experiencia en la vida.

A mi novio **Osmani (el chino)**, porque sin él no hubiese sido posible terminar estos cinco años, que han sido tan duros para mí, por siempre brindarme su mano, su cariño y su confianza en los momentos en que más los he necesitado.

A mi amigo **Yuniesky**, ya que ha sido un ejemplo para mí por siempre saber levantar la mirada y seguir hacia adelante, aún cuando el día se torna gris.

A mi compañera de tesis **Yitselis**, por apoyarme en mis momentos de recaída, por aconsejarme cuando más lo necesitaba, por todas sus peleas y todas sus malas pulgas, y fundamentalmente por nunca criticarme, por ser mí mejor y única amiga universitaria.

A mis bisabuelos **Pipo y Mama**, que aunque no estén presente en este mundo, siempre lo están en mi corazón y en mi pensamiento, a pesar de que los extraño mucho.

A **Misael**, porque entre toda su locura se ha comportado como todo un padre para mí, siempre aconsejándome y ayudándome en todo momento de mi vida, desde que lo conozco.

A **Yesmín, Sergio, Lizandro, Juan Manuel, Yorkzán, Ivettys, Isa, Nohemí**, en fin a toda mi familia y a todos aquellos que de una forma u otra hicieron de este gran sueño una realidad.

…Yeney…

A mi **querida mamá**, por estar conmigo en cada paso que di a pesar de la distancia, por darme aliento en los momentos más difíciles, por ser mi guía y por todo el esfuerzo realizado en aras de mi bienestar; sin ti, esto hubiera sido imposible.

A mi **hermano Moqui**, que a pesar de las riñas y los regaños, lo quiero con la vida.

A mis **abuelos maternos**, por tantos y tantos sacrificios que han hecho a lo largo de toda mi vida, por sus desvelos cuando tenía algún problema y sus frases de aliento, por tanto apoyo, amor y dedicación, por ser como mis segundos padres.

A mi **padre**, que a pesar de no estar cuando más lo he necesitado, es parte de mi vida.

A mis **tíos Tata y Tribilín**, pues con su aliento y apoyo llegue hasta aquí, por ser como padres para mí.

A **Amelia y José Suárez**, que a pesar de no estar presentes, han estado a mi lado todo el tiempo y me llevaron por el buen camino.

A **Pipo, Mima, Isa, Pili, Picoli y Carli**, por su cariño y travesuras, por entregarme en cada gesto, amor y ternura.

A **tía Olga, Juan Miguel, Celia, Diuber, Ceci**, por confiar en mi, por estar al tanto y darme aliento.

A **Yusi, Lisi, Yuni, Yuniet, Annelis, Danaytis, Michael, Marco, Ricardo y Maikel**, amigos que siempre estuvieron para apoyarme en los buenos y malos momentos.

A mi compañera de tesis y amiga **Yeney**, por hacerme reír aun cuando el día fuera triste, por estar cuando la necesitaba, por ser tan niña, y por sus pinareñadas, y a su novio **Osmani,** por ser siempre tan chini.

A **Yadira, Mairelis, Ángel, Yuricel, Hubert, Islandy, Yisell, Marilenis, Yunierkis,** amigos conocidos durante la carrera y que hicieron más llevaderos estos cinco años.

A toda mi familia, que sin su apoyo y confianza no hubiese podido llegar tan lejos. En fin a todo aquel que de cierta forma contribuyó a que me transformara en la persona que soy.

…Yitselis…

…De Yeney y Yitselis…

A nuestra **tutora Dinella**, por su apoyo en todo momento, por defendernos siempre antes los difíciles tribunales en los cortes de tesis y por brindarnos gran parte de su tiempo, en vez de estar sentada frente a la Laptop.

A **Yoansy**, por ser un buen amigo, por siempre brindarnos su apoyo, no te olvidaremos nunca.

Al profe **Pedro Yobanis**, porque sin su ayuda nos hubiésemos graduado de contadoras.

A todos nuestros compañeros y amistades durante la carrera, **Daylín, Susana, Silvia, Ana, Baby, Leo, Jessie, Henry, Rolando** y demás, por hacer más soportables todos estos años de estudio y estudio, y la dicha de haber compartido tanto tiempo juntos.

A nuestra **Revolución y nuestro Comandante**, por darnos todo para poder ser alguien en la vida y por confiar en nosotras.

“Gracias a todos”

Dedicatoria

…A mi madre…

… A Mami y Papi…

… A mi hermano…

"Yitselis"

...A mis padres…

...A mi hermano…

…A mi tía Helen…

"Yeney"

Resumen

En la Universidad el desarrollo de los Proyectos Nacionales se hace cada vez más un renglón fundamental de la misma, por lo cual es necesario que estos proyectos se realicen con un alto rigor, para poder alcanzar la calidad y el resultado requerido en los mismos. Como parte de esto, es fundamental que a cada proyecto nacional que se vaya a desarrollar se le realice una buena gestión de proyecto desde sus inicios, ya que esta es la actividad protectora dentro de la ingeniería de software.

Dentro de la gestión de proyecto se encuentra la gestión de costo, la cual constituye el objeto de estudio de este trabajo de diploma. Se propone el desarrollo de un modelo de gestión de costo de los proyectos nacionales que se ajuste a las necesidades de la Universidad y dentro de este todos los procesos que lo abarcan, como la estimación de costo, el análisis de factibilidad, la preparación del presupuesto de costo y el control de los costos. Los resultados del trabajo quedan reflejados en un modelo que permite realizar todo el proceso de gestión de costo de los proyectos de software nacionales.

Palabras clave: Costo, estimación, software, factibilidad, proyectos nacionales.

Abstract

The development of the National Projects becomes more important each year at the University of Information Sciences. That is one of the reasons that these projects will be realized with a very high severity, with the purpose to achieve quality and the expected results. The Projects Management most be realized at the beginning of a Project because this is the protected activity inside the Software Engineer.

A part of the Project Management is the Cost Management; it constitutes the object of study of this Investigative work. We purpose the development of a model of Cost Management that supports the requirements and needs of the University. This Model contains other process like the cost estimation, Feasible Analysis, The preparation of Cost Estimate and the Control of Cost. The results of this work is reflected on a model that allows realize all the process of Cost Management of the national projects.

Key Word: Cost, Estimate, Software, Feasible, National Projects.

Índice

Declaración de autoría ..... **I**

Agradecimientos ..... **II**

Dedicatoria ..... **V**

Resumen ..... **VI**

Abstract ..... **VII**

Índice ..... **VIII**

Introducción **1**

Capítulo 1: Fundamentación Teórica **7**

1.1 Introducción 7

1.2 Gestión de Costos de Proyectos de Software. 8

1.3 Estimación de Costos. 12

1.4 Análisis de la Factibilidad de un Proyecto de Software. 22

1.4.1 Estudio de factibilidad de mercado. 23

1.4.2 Estudio de factibilidad técnica. 25

1.4.3 Estudio de factibilidad económica- financiera. 28

1.5 Preparación del Presupuesto de Costos. 32

1.6 Control de Costos. 36

1.7 Conclusiones Parciales del Capítulo 1 46

Capítulo 2: Propuesta de Modelo para la Gestión de Costo **47**

2.1 Introducción 47

2.2 Modelo para la Estimación de Costo de un proyecto de software nacional para la UCI. 47

2.2.1 Estudio del Tipo y Tamaño del Proyecto a desarrollar. 47

ÍNDICE

2.2.2 Estudio de Condiciones del Mercado 49

2.2.3 Realizar la Planificación del Proyecto. 49

2.2.4 Propuesta de Ficha de Presupuesto. 51

2.2.5 Propuesta de Herramientas y técnicas para la estimación de costos. 55

2.2.6 Otros aspectos para la estimación de costos de un proyecto. 58

2.3 Modelo para el Análisis de factibilidad de un proyecto de software nacional para la UCI. 59

2.3.1 Estudio de Factibilidad Técnica. 60

2.3.2 Estudio de Factibilidad del Mercado. 63

2.3.3 Estudio dinámico de Factibilidad Económica. 67

2.4 Modelo para la Preparación del Presupuesto de Costo de un proyecto de software nacional para la UCI. 71

2.4.1 Realizar un Cronograma de las Actividades a Desarrollar por el Proyecto. 71

2.4.2 Analizar la Disponibilidad de Recursos. 72

2.4.3 Línea base de costos. 72

2.4.4 Reporte de Desempeño de Costos. 73

2.5 Modelo para el Control de Costo de un proyecto de software nacional para la UCI. 75

2.5.1 Análisis de la medición del rendimiento. 75

2.6 Conclusiones Parciales del Capítulo 2 78

Capítulo 3: Aplicación del modelo propuesto al Proyecto ONE 79

3.1 Introducción 79

3.2 Estimación de costo del Proyecto ONE 79

3.2.1 Estudio del tipo y tamaño del Proyecto ONE. 79

3.2.2 Estudio de las condiciones del mercado para el Proyecto ONE. 80

3.2.3 Planificación del Proyecto ONE. 81

ÍNDICE

3.2.4 Ficha de presupuesto del Proyecto ONE. 83
3.2.5 Herramientas y técnicas utilizadas en el Proyecto ONE 89
3.3 Análisis de factibilidad del Proyecto ONE. 91
3.3.1 Factibilidad técnica de Proyecto ONE. 91
3.4 Preparación del presupuesto de costo del Proyecto ONE. 95
3.4.1 Cronograma de las actividades a realizar por el Proyecto ONE. 95
3.4.2 Disponibilidad de recursos para el Proyecto ONE. 96
3.5 Beneficios de la aplicación del modelo 98
3.6 Conclusiones parciales Capítulo 3. 99
CONCLUSIONES GENERALES 100
RECOMENDACIONES 101
BIBLIOGRAFÍA CITADA 102
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA 104
GLOSARIO 109

Introducción

La gestión de proyectos de software es una actividad protectora dentro de la ingeniería del software. Empieza antes de iniciar cualquier actividad técnica y continúa a lo largo de la definición, del desarrollo y del mantenimiento del software.

Hay cuatro P's que tienen una influencia sustancial en la gestión de proyectos de software: personal, producto, proceso y proyecto. El personal debe organizarse en equipos eficaces, motivados para hacer un software de alta calidad y coordinados para alcanzar una comunicación efectiva. Los requisitos del producto deben comunicarse desde el cliente al desarrollador, descomponerse en las partes que lo constituyen y distribuirse para que trabaje el equipo de software. El proceso debe adaptarse al personal y al problema. Se selecciona una estructura común de proceso, se aplica un paradigma apropiado de ingeniería del software y se elige un conjunto de tareas para completar el trabajo. Finalmente, el proyecto debe organizarse de una manera que permita al equipo de software tener éxito. (Pressman, 2005).

Dentro de la gestión de proyectos de software, se encuentra la actividad de gestión de costo, la cual incluye los procesos involucrados en la planificación, estimación, preparación del presupuesto y control de costos, de forma que el proyecto se pueda completar con el presupuesto aprobado. Es la actividad dentro de la gestión de proyectos de software que se encarga de determinar el costo de los recursos necesarios para el desarrollo de un proyecto.

El proceso de desarrollo de un Proyecto Nacional en la Universidad de Ciencias Informáticas, (UCI), no tiene en cuenta el costo de recursos materiales y humanos que conlleva, o sea que en la Universidad no se tiene un conocimiento suficiente en cuanto al tema de gestión de costo de los proyectos de software, debido a que como esta es un tanto prematura, pues no se tiene una base sólida sobre la gestión de proyectos, y hoy día la realización de la gestión de costo que se le aplica a los proyectos internacionales no es aplicable en su totalidad a los proyectos nacionales, por esto es necesario realizar un proceso de gestión de costo que sea totalmente aplicable a los proyectos nacionales, ya que con el buen desempeño de este se estará estimando, controlando y estudiando todos los recursos y presupuestos necesarios para el desarrollo de las actividades propuestas por un determinado proyecto de software.

Al plantearse esta polémica acerca de saber cuanto invierte la UCI en cada proyecto de software nacional que ella decide realizar, surge un pequeño problema, y es precisamente que la Universidad no le cobra el desarrollo de estos proyectos al país, por una cuestión de humanidad y solidaridad con el pueblo cubano, además de que la Universidad fue creada precisamente con el objetivo de ayudar al desarrollo informático del país, pero no es menos cierto que si debe plantearse la inquietud de que si lo que se está invirtiendo en la realización de estos proyectos es precisamente lo que se necesita, o sea no se sabe a ciencia exacta los recursos necesarios para el desarrollo de un proyecto y esto puede acarrear una serie de problemas económicos tanto para la Universidad, como para el país.

El proceso realizado para la aceptación del desarrollo del software no valora en profundidad el costo que este conllevaría con su producción sino que se realiza la presentación del proyecto y es analizado en la Infraestructura Productiva (IP). Luego de realizado este análisis se produce una reunión con el Consejo de Producción UCI, donde se estudia con detalles la naturaleza del proyecto presentado y en dependencia de esta y del perfil de cada facultad que conforman la UCI se le asigna su desarrollo.

En la UCI no se aceptan proyectos que impliquen intereses particulares de una empresa sino que sean de alcance nacional, o sea que cuando este se ejecute se pueda aplicar a todas las empresas que involucran un ministerio en su totalidad y no a una pequeña parte de este, ya que nuestra Universidad es el motor principal en la informatización de la sociedad en general y no de un pequeño por ciento de esta.

En entrevista realizada al Vicedecano de Producción de la Facultad 3, Dr.C Pedro Yobanis Piñero Pérez, se obtuvo una amplia información sobre todo el proceso que se desarrolla en la misma para la producción de un software. En esta se ejecuta un proceso detallado para decidir la producción del software que le fue designado, realizándose un análisis más profundo del producto que se va a desarrollar por parte del Consejo de Producción de la Facultad, y es decidido si se puede realizar o no la producción de dicho software.

La Facultad 3 realiza el software sin desarrollar la gestión de costo del proyecto por parte de los responsables del equipo de desarrollo, los cuales se enfocan en la complejidad de su producción, el tiempo que conlleva su realización, así como la cantidad de personas que involucraría su desarrollo.

Situación problémica

En la UCI no se realiza una buena gestión de costo de los Proyectos de Softwares Nacionales, por no poseer un modelo estructurado que se adapte a sus características, por lo que no se sabe la inversión que se comete para desarrollar los proyectos, debido a que no se le cobra al país el desarrollo del mismo, pues la Universidad constituye un proyecto de la Revolución creada con el objetivo de ayudar al desarrollo informático del país y contribuir a la informatización del pueblo, además de estar basada en los conceptos de humanidad y solidaridad existente en el país. Esto acarrea serias consecuencias: al final se desconoce si el proyecto realizado realmente fue un éxito con respecto a su costo o si su desarrollo fue devastador económicamente. Sería realmente contradictorio que la Universidad estuviese invirtiendo más en la producción de estos softwares que los ingresos que le están proporcionando los mismos.

Al comenzar el desarrollo de un software nacional el encargado de hacer las estimaciones de costos, tiempo, recursos humanos (RR.HH), software y hardware que se van a invertir en la producción del software pueden ser: el planificador, el líder del proyecto u otra persona destinada para esta actividad. En la UCI esta persona no realiza la gestión de costo por lo que no se sabe si los ingresos en la producción de estos proyectos tributan a más gastos de lo que realmente se ingresa, y se hace necesario saber cuanto se invierte y cuanto se gana para saber si realmente se está cumpliendo con el objetivo que fue creada la Universidad y si se está ayudando económicamente al país.

Aunque existen técnicas para planificar y para la gestión de costo de la producción de un proyecto de software, en la realización de los Proyectos Nacionales no se utilizan, pues estas no se ajustan a las necesidades de la Universidad en el ambiente de un sistema Socialista, por lo que surge la necesidad de realizar la gestión de costo de producción de un software nacional.

De esta situación problémica existente se deriva el siguiente **problema científico:** La no realización de la gestión de costo de los Proyectos de Softwares Nacionales provoca que se desconozca la factibilidad de los mismos.

Se propone como **objeto de estudio** la gestión de los proyectos de software y como **campo de acción** la gestión de costo en los Proyectos de Softwares Nacionales.

El **objetivo general** de esta investigación es establecer un modelo que permita realizar la gestión de costo de los Proyectos de Softwares Nacionales.

Como **objetivos específicos** se proponen los siguientes:

- Estudio del estado del arte del proceso de gestión de costo.
- Proponer un modelo que permita el proceso de gestión de costo de los softwares nacionales.
- Estimar el costo de producción del Proyecto ONE.
- Realizar la factibilidad técnica del Proyecto ONE.
- Realizar para el proceso de preparación del presupuesto: el cronograma de actividades y la disponibilidad de los recursos del Proyecto ONE.

Se plantea como **Hipótesis:** Si se logra establecer los pasos para la gestión de costos de los Proyectos de Software Nacionales, entonces se obtendrá un modelo de desarrollo para el cálculo del costo de los Proyectos Nacionales que se desarrollan permitiendo conocer cuanto se invierte en un Proyecto de Software Nacional.

Marco Metodológico

Con el fin de obtener mejores resultados en el trabajo, se hará uso de los métodos de investigación, lo que permitirá estudiar a fondo las características del objeto de investigación.

Dentro de los métodos teóricos el primero que se utilizará será el **Analítico-Sintético**, pues su objetivo en una investigación es analizar las teorías y los documentos. Se utilizará este método a comienzos de la investigación permitiendo la extracción de los elementos más importantes que se relacionan con el objeto de estudio, lo que permite desglosar el problema

como un todo en sus diferentes partes para su mejor análisis y comprensión, y luego sintetizar uniendo estas partes previamente analizadas.

Otro método empleado es el **Análisis Histórico Lógico**, ya que este permite un estudio de la evolución histórica de la gestión de costos.

Dentro de los métodos particulares se utiliza la **Entrevista**, la cual posibilitará conocer información sobre todo el proceso de desarrollo del Proyecto ONE, permitiendo realizar un análisis del costo del mismo.

Otro método utilizado es el **Empírico**, el cual permitirá a través del objeto de estudio una medición clara del costo del Proyecto ONE, a partir de una observación y experimentación detallada. Dentro de este se utiliza el método de **Observación,** ya que al realizar una gestión de costos del proyecto se puede observar como varían las estimaciones del costo del mismo, llegando a una solución numérica más clara.

Estructuración del contenido

Este Trabajo de Diploma constará con tres capítulos:

El Capítulo 1 trata sobre la Fundamentación Teórica; dentro del mismo, se estudia el estado del arte de la gestión de cotos de los proyectos de software, y los cuatro procesos que lo componen.

El Capítulo 2 abarca todo el contenido acerca de la gestión de costo del proyecto, realizándose un modelo estándar que sea aplicable para la Universidad.

El Capítulo 3 a partir de los resultados obtenidos en el capítulo 2, se le aplicará parte del modelo al Proyecto ONE.

Capítulo 1: Fundamentación Teórica

1.1 Introducción

En este capítulo se realiza un estudio del estado del arte de la gestión de costos de proyectos de software, actividad esta que se encuentra dentro de la gestión de proyectos de software, la cual cubre todo el proceso de desarrollo de comienzo a fin de un proyecto de software, proporcionando el conocimiento sobre el ámbito del trabajo a realizar, las tareas a cubrir, los esfuerzos a realizar y el plan a seguir. La gestión de costo de los proyectos de software tiene como objetivo determinar el costo de todos los recursos necesarios para el desarrollo de un proyecto, ya sean materiales, humanos, de software, hardware u otros. Dentro de esta se realizan cuatro procesos, los cuales son: la estimación del costo, el análisis de factibilidad, la preparación del presupuesto de costo y el control del costo.

Los tres primeros procesos pertenecen al grupo de procesos de planificación los cuales identifican, definen y maduran el alcance del proyecto, el costo del proyecto y planifican las actividades del proyecto que se realizan dentro del mismo y a medida que se obtenga nueva información sobre el proyecto, se identificarán o resolverán nuevos requisitos, riesgos y restricciones. Y el último proceso pertenece al grupo de proceso de seguimiento y control, los cuales observan la ejecución del proyecto de forma que se puedan identificar los posibles problemas oportunamente y adoptar las acciones correctivas, cuando sea necesario, para controlar la ejecución del proyecto.

El estudio realizado esta fundamentado por la Guía de Fundamentos de la Dirección de Proyectos, comúnmente conocida como Guía del PMBOK, la cual no es algo que se puede utilizar tal cual, ya que no es una metodología. Describe mejores prácticas que son generalmente aceptadas, en la mayoría de los proyectos, la mayor parte del tiempo, por lo que es necesario cierto esfuerzo para traducirlo a una metodología concreta que tenga en cuenta las características de la Universidad (Bianchet, 2007).

1.2 Gestión de Costos de Proyectos de Software.

La gestión de costos de proyectos de software se encuentra dentro de la gestión de proyectos de software, la cual busca las técnicas necesarias para planificar, organizar, supervisar y controlar proyectos de software. El objetivo de gestionar proyectos de software es tener un producto de alta calidad.

Según Pressman la gestión eficaz de un proyecto de software se centra en las cuatro P's: *personal, producto, proceso y proyecto.*

Personas: Los principales autores de un proyecto software son los arquitectos, desarrolladores, ingenieros de prueba, y el personal de gestión que les da soporte, además de los usuarios, clientes, y otros interesados. Las personas son realmente seres humanos.

Proyecto: Elemento organizativo a través del cual se gestiona el desarrollo de software. El resultado de un proyecto es una versión de un producto.

Producto: Artefactos que se crean durante la vida del proyecto, como los modelos, código fuente, ejecutables, y documentación.

Proceso: Un proceso de ingeniería de software es una definición del conjunto completo de actividades necesarias para transformar los requisitos de usuario en un producto. Un proceso es una plantilla para crear proyectos. (Pressman, 2005).

La gestión de costos de proyectos de software incluye los procesos involucrados en la planificación, estimación, preparación del presupuesto y control de costos de forma que el proyecto se pueda completar dentro del presupuesto aprobado, por esto forma parte de la gestión de proyectos de software.

Estos procesos interactúan entre sí y también con los procesos de las demás áreas de conocimiento, como gestión de tiempo, gestión de la calidad, gestión de riesgos y gestión de la comunicación (Moreno, 2006). Cada proceso puede involucrar el esfuerzo de una o más personas o grupos de personas, dependiendo de las necesidades del proyecto, los cuales tienen lugar por lo menos una vez en cada proyecto y se realiza en una o más fases del proyecto, si el proyecto se encuentra dividido en fases.

La gestión de los costos del proyecto se ocupa principalmente del costo de los recursos necesarios para completar las actividades del cronograma. Sin embargo, la gestión de los

costos del proyecto también debería considerar el efecto de las decisiones del proyecto sobre los costos del uso, mantenimiento y soporte del producto, servicio o resultado del proyecto. Además contempla los requisitos de información de los interesados en el proyecto. Los diferentes interesados medirán los costos del proyecto de diferentes maneras y en diferentes momentos.

El trabajo involucrado en la ejecución de los cuatro procesos de gestión de costos de proyectos de software está precedido de un esfuerzo de planificación por parte del equipo de dirección del proyecto. Este esfuerzo de planificación es parte del proceso de desarrollar el plan de gestión del proyecto, que produce un plan de gestión de costos que dispone el formato y establece los criterios para planificar, estructurar, estimar, preparar el presupuesto y controlar los costos del proyecto. Los procesos de gestión del costo, sus herramientas y técnicas asociadas varían por área de aplicación, se seleccionan generalmente durante la definición del ciclo de vida del proyecto y están documentados en el plan de gestión de costos.

El plan de gestión de costos establece:

Nivel de precisión. Las estimaciones de costos de las actividades del cronograma de trabajo del proyecto se ajustarán a un redondeo de los datos según una precisión prescrita (por ejemplo, $100, $1.000), dependiendo del alcance de las actividades y la magnitud del proyecto, y pueden incluir una cantidad para contingencias.

Unidades de medida. Se definen todas las unidades usadas en las mediciones, como por ejemplo, las horas o días de trabajo, la semana de trabajo, la suma global, etc., para cada uno de los recursos.

Enlaces con los procedimientos de la organización. El componente de la estructura de desglose del trabajo (EDT) usado para la contabilidad del costo del proyecto se denomina cuenta de control. A cada cuenta de control se le asigna un código o un número de cuenta que está vinculado de forma directa con el sistema de contabilidad de la organización ejecutante. Si en la cuenta de control se incluyen las estimaciones de costos para los paquetes de planificación, entonces también se incluye el método para preparar el presupuesto de los paquetes de planificación.

Umbrales de control. Se pueden definir umbrales de variación para los costos u otros indicadores (por ejemplo, días por persona, volumen de producto) en puntos de tiempo designados durante el proyecto, para indicar la cantidad acordada de variación permitida.

Reglas de valor ganado. Se pueden ver tres ejemplos:

1) Se definen las fórmulas de cómputo de gestión del valor ganado para determinar la estimación hasta la conclusión.

2) Se establecen los criterios de crédito del valor ganado.

3) Se define el nivel de la EDT al cual se realizará el análisis de la técnica del valor ganado.

Formatos de informe. Se definen los formatos para los diferentes informes de costos.

Descripciones del proceso. Se documentan las descripciones de cada uno de los cuatro procesos de la gestión de costos.

En el plan de gestión de costos se incluye todo lo anterior, así como también otra información, ya sea como texto dentro del cuerpo del plan o como apéndices. El plan de gestión de costos está incluido en el plan de gestión del proyecto, o es un plan subsidiario de éste, y puede ser formal o informal, muy detallado o ampliamente esbozado, dependiendo de las necesidades del proyecto.

La siguiente figura muestra el flujo de datos entre los procesos de la gestión de los costos de los proyectos.

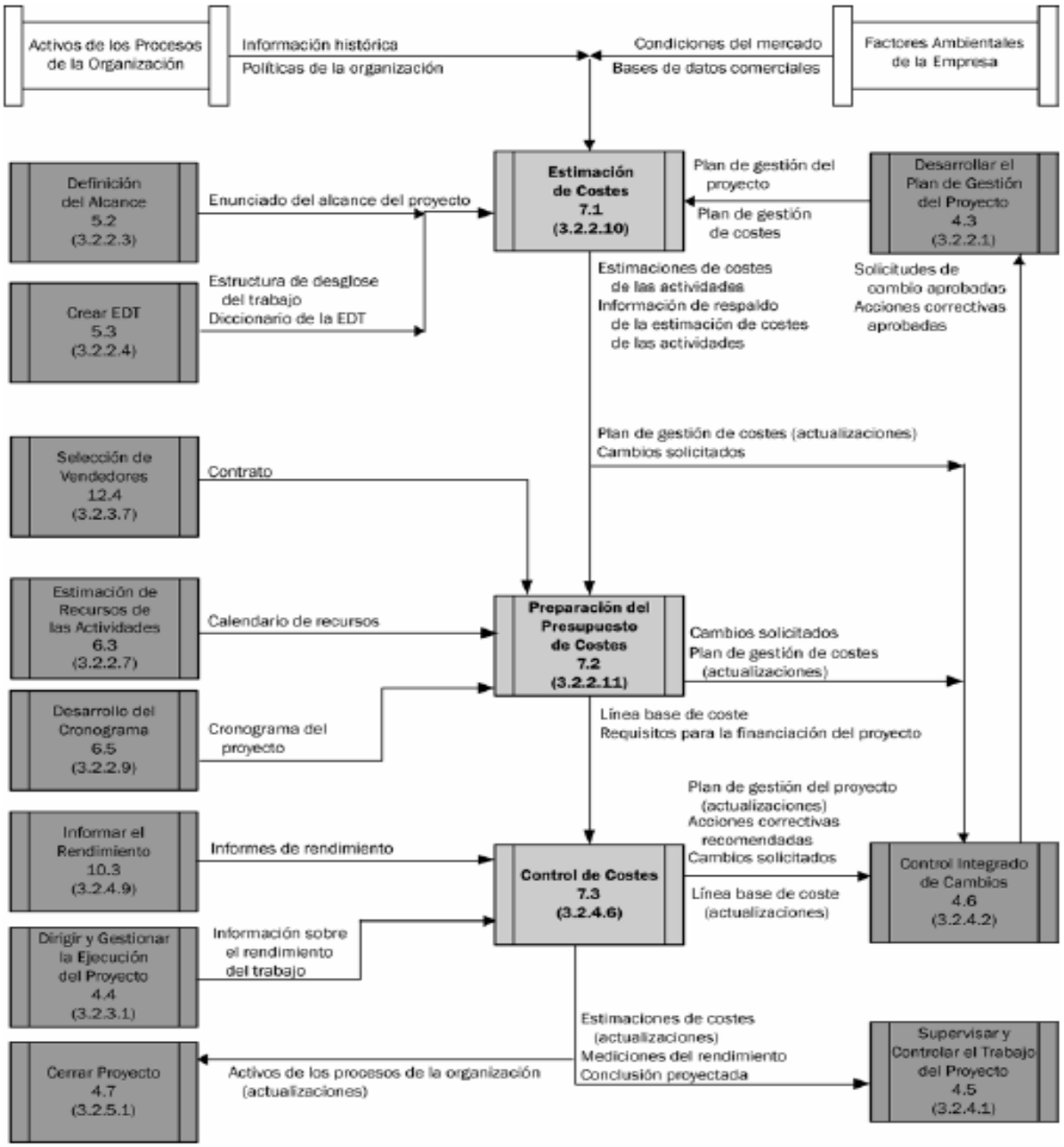

Figura 1: Diagrama de flujo de procesos de la gestión de costos de los proyectos. (Bolles, y otros, 2004)

1.3 Estimación de Costos.

La estimación de costos de las actividades del cronograma de trabajo del proyecto implica desarrollar una aproximación de los costos de los recursos necesarios para completar cada actividad del cronograma. Al hacer una aproximación de los costos, el estimador debe considerar las posibles causas de variación de las estimaciones de costos, incluyendo los riesgos.

La estimación de costos incluye la identificación y consideración de diversas alternativas de costos. Por ejemplo, en la mayoría de las áreas de aplicación, se considera que el trabajo adicional durante la fase de diseño tiene el potencial de reducir el costo de la fase de ejecución y de las operaciones de productos. El proceso de estimación de costos evalúa si las reducciones de costos esperadas pueden compensar el costo del trabajo adicional de diseño.

Las estimaciones de costos generalmente se expresan en unidades monetarias (dólares, euros, yen, etc.) para facilitar las comparaciones tanto dentro de los proyectos como entre los proyectos. En algunos casos, el estimador puede utilizar unidades de medida para estimar los costos, tales como horas de trabajo o días de trabajo, junto con sus estimaciones de costos, para facilitar un adecuado control de gestión.

Las estimaciones de costos pueden mejorarse a través de refinamientos durante el transcurso del proyecto para reflejar los detalles adicionales disponibles. La exactitud de la estimación de un proyecto aumenta a medida que avanza el proyecto a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Los costos de las actividades del cronograma de trabajo del proyecto se estiman para todos los recursos que se cargarán al proyecto. Esto incluye, la mano de obra, los materiales, los equipos, los servicios y las instalaciones, así como categorías especiales tales como una asignación por inflación o un costo por contingencia. La estimación de costos de una actividad del cronograma es una evaluación cuantitativa de los costos probables de los recursos necesarios para completar la actividad del cronograma.

Si la organización ejecutante no tiene estimadores de costos de proyectos formalmente formados, el equipo del proyecto deberá proporcionar los recursos y la experiencia para llevar a cabo las actividades de estimación de costos del proyecto.

En la estimación de costo la información de entrada se presenta en forma de salida de los procesos del proyecto, o sea con esta actividad se desarrolla una aproximación de los costos de los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto.

La cual tiene como **entrada***:* Factores ambientales de la empresa, activos de los procesos de la organización, enunciado del alcance del proyecto, estructura de desglose del trabajo, diccionario de la estructura de desglose de trabajo (EDT), plan de gestión del proyecto que incluye plan de gestión de cronograma, plan de gestión de personal y registro de riesgos.

- Factores ambientales de la empresa

El proceso Estimación de Costos considera:

- Condiciones del mercado: que no es más que el estudio de qué productos, servicios y resultados están disponibles en el mercado, quién los tiene y en qué términos y condiciones.
- Bases de datos comerciales: generalmente, la información sobre los ratios de costos de recursos se puede obtener de bases de datos comerciales que realizan el seguimiento de las habilidades y los costos de recursos humanos, y proporcionan costos estándares para materiales y equipos.

- Activos de los Procesos de la Organización.

Las políticas, los procedimientos y las guías formales e informales existentes relacionadas con la estimación de costos se tienen en cuenta al desarrollar el plan de gestión de costos, seleccionar las herramientas de estimación de costos, y los métodos de seguimiento y control que deberán utilizarse.

En este tema se mencionan las áreas de aplicación, la cuales se definen por lo general en términos de:

- Departamentos funcionales y disciplinas de respaldo, como las legales, de producción, de manejo de inventario, de comercialización, de logística y de personal.
- Elementos técnicos, como el desarrollo o la ingeniería de software y, en algunos casos, un tipo específico de ingeniería como, por ejemplo, la ingeniería de aguas y sanitaria, o la ingeniería de construcción

- Especializaciones de gestión, como la contratación por el gobierno, el desarrollo de comunidades y el desarrollo de nuevos productos.
- Grupos de industria, como el automotor, el químico, el agrícola o el de servicios financieros.

Políticas de estimación de costos. Algunas organizaciones tienen enfoques predefinidos en cuanto a la estimación de costos. Cuando éstos existen, el proyecto opera dentro de los límites definidos por estas políticas.

Plantillas de estimación de costos. Algunas organizaciones han desarrollado plantillas (o formularios estándar) para su uso por el equipo del proyecto. La organización, basándose en su aplicación y utilidad en proyectos anteriores, puede mejorar continuamente la plantilla.

Información histórica. La información que pertenece al producto o servicio del proyecto, y que se obtiene de diversas fuentes dentro de la organización, puede influir en el costo del proyecto.

Archivos del proyecto. Una o más de las organizaciones involucradas en el proyecto llevarán registros del rendimiento de proyectos anteriores que estén lo suficientemente detallados como para ayudar al desarrollo de las estimaciones de costos. En algunas áreas de aplicación, es posible que miembros individuales del equipo mantengan tales registros.

Conocimiento del equipo del proyecto. Los miembros del equipo del proyecto pueden recordar costos reales o estimaciones de costos anteriores. Aunque tales recuerdos pueden ser útiles, son generalmente menos fiables que el rendimiento documentado.

Lecciones aprendidas**.** Las lecciones aprendidas podrían incluir estimaciones de costos obtenidas en proyectos anteriores similares en alcance y tamaño.

- Enunciado del Alcance del Proyecto

El enunciado del alcance del proyecto describe la necesidad de negocio, justificación, requisitos y límites actuales del proyecto. Proporciona información importante acerca de los requisitos del proyecto que se tiene en cuenta durante la estimación de costo. El enunciado del alcance del proyecto incluye las restricciones, las asunciones y los requisitos. Las restricciones son factores específicos que pueden limitar las opciones de la estimación de costo.

Una de las restricciones más comunes para muchos proyectos es un presupuesto de proyecto limitado. Otras restricciones pueden incluir fechas de entrega requeridas, recursos especializados disponibles y políticas de la organización.

Las asunciones son factores que se considerarán verdaderos, reales o ciertos.

Los requisitos con implicaciones contractuales y legales pueden incluir la salud, la seguridad personal y material, el rendimiento, el medioambiente, los seguros, los derechos de propiedad intelectual, igualdad de oportunidades de trabajo, licencias y permisos; todos ellos se tienen en cuenta al desarrollar las estimaciones de costo.

El enunciado del alcance del proyecto también proporciona la lista de productos entregables, y los criterios de aceptación para el proyecto y sus productos, servicios y resultados. Al desarrollar la estimación de costo para el proyecto se tienen en cuenta todos los factores.

La descripción del alcance del producto, dentro del enunciado del alcance del proyecto, proporciona descripciones de productos y servicios, e información importante acerca de todos los temas o aspectos técnicos que se consideran durante la estimación de costo

- Estructura de Desglose del Trabajo

La EDT del proyecto es la subdivisión de los productos entregables de un proyecto en componentes más pequeños y fáciles de manejar, por eso es que esta actividad suministra la relación entre todos los componentes del proyecto y los productos entregables del proyecto, que no es más que cualquier producto, resultado o capacidad única y verificable para prestar un servicio identificado en la documentación de la planificación de gestión de proyecto y debe producirse y suministrarse para completar el proyecto.

- Diccionario de la EDT

El diccionario de la EDT, para cada componente de la EDT, incluye un identificador de código de cuenta, un enunciado del trabajo, la organización responsable y una lista de hitos del cronograma de trabajo del proyecto, donde los enunciados detallados del trabajo relacionados proporcionan una identificación de los productos entregables y una descripción del trabajo en cada componente de la EDT necesario para producir cada producto entregable.

- Plan de Gestión del Proyecto

El plan de gestión del proyecto suministra el plan general para ejecutar, supervisar y controlar el proyecto, e incluye planes subsidiarios que proporcionan orientación e instrucciones para la 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. Este documento se reutilizará en los demás procesos de la gestión de costo solo si ocurre algún cambio que afecte al proyecto, esto se realiza para actualizarlo.

- Plan de gestión del cronograma.

El tipo, la cantidad de recursos, y la cantidad de tiempo que dichos recursos se aplican para concluir el trabajo del proyecto, son una parte importante de la determinación del costo del proyecto. Los recursos de la actividad del cronograma de trabajo del proyecto y sus respectivas duraciones se usan como entradas clave a este proceso. La estimación de recursos de las actividades implica determinar la disponibilidad y las cantidades necesarias de personal, equipos y material para realizar las actividades del cronograma. Está estrechamente coordinada con la estimación de costo.

La estimación de la duración de las actividades requiere que se estime la cantidad de esfuerzo de trabajo necesario para completar la actividad del cronograma, que se estime la cantidad prevista de recursos a ser aplicados para completar la actividad del cronograma y que se determine la cantidad de períodos laborables necesarios para completar la actividad del cronograma, lo cual afectará a las estimaciones de costos de cualquier proyecto donde el presupuesto del proyecto incluya una asignación para el costo de financiación, incluyendo los cargos por intereses, y donde los recursos se apliquen por unidad de tiempo durante la duración de la actividad del cronograma. Las estimaciones de la duración de la actividad del cronograma también pueden afectar a las estimaciones de costo que incluyen costos variables en función del tiempo, como por ejemplo, trabajadores sindicados con convenios colectivos de trabajo con vencimientos regulares, materiales con variaciones de costos estacionales, o estimaciones de costos con costos relacionados con el tiempo, como por ejemplo, costos indirectos de campo relacionados con el tiempo durante la construcción de un proyecto.

- Plan de gestión de personal.

Los atributos de selección del personal del proyecto y los costos de personal son componentes necesarios para desarrollar las estimaciones de costos del cronograma.

- Registro de riesgos.

El estimador de costo tiene en cuenta la información sobre respuestas al riesgo al elaborar las estimaciones de costo. Los riesgos, que pueden ser amenazas u oportunidades, en general ejercen un impacto tanto en la actividad del cronograma como en los costos del proyecto. Como regla general, cuando el proyecto experimenta un evento de riesgo negativo, el costo del proyecto casi siempre aumenta, y se produce un retraso en el cronograma de trabajo del proyecto.

Como **herramientas y técnicas**: la estimación por analogía, determinación de índices de costos de recursos, estimación ascendente y paramétrica, software de gestión de proyecto, análisis de propuesta para licitaciones, análisis de reserva y costo de la calidad.

- Estimación por analogía.

La estimación de costo por analogía implica usar el costo real de proyectos anteriores similares como base para estimar el costo del proyecto actual. La estimación de costo por analogía se utiliza frecuentemente para la estimación de costo cuando la cantidad de información detallada sobre el proyecto es limitada (por ejemplo, en las fases tempranas). La estimación de costo por analogía utiliza el juicio de expertos.

La estimación de costo por analogía es, en general, menos costosa que otras técnicas, pero generalmente también es menos exacta. Es más fiable cuando los proyectos anteriores son similares de hecho y no sólo en apariencia, y las personas o grupos que preparan las estimaciones tienen la experiencia necesaria.

- Determinación de Tarifas de Costos de Recursos

La persona que determina las tarifas o el grupo que prepara las estimaciones debe conocer las tarifas de costos unitarios, tales como el costo del personal por hora y el costo del material a granel por yarda o metro cúbico, correspondientes a cada recurso para estimar los costos de las actividades del cronograma.

Reunir cotizaciones 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 costo. Si no se conocen las tarifas de costos reales, entonces las propias tarifas tendrán que estimarse.

- Estimación Ascendente

Esta técnica implica estimar el costo de paquetes de trabajo individuales o actividades del cronograma de trabajo del proyecto, individuales con el nivel más bajo de detalle. Este costo detallado luego se resume o "acumula" en niveles superiores para fines de información y seguimiento. El costo y la exactitud de la estimación de costos ascendente en general están motivados por el tamaño y la complejidad de la actividad del cronograma de trabajo del proyecto o del paquete de trabajo individuales.

En general, las actividades con un esfuerzo asociado menor aumentan la exactitud de las estimaciones de costos de las actividades del cronograma.

- Estimación Paramétrica

La estimación paramétrica es una técnica que utiliza una relación estadística entre los datos históricos y otras variables (por ej., metros cuadrados en la construcción, líneas de códigos en el desarrollo de software, horas de mano de obra requeridas) para calcular una estimación de costo para un recurso de la actividad del cronograma de trabajo del proyecto. Esta técnica puede producir niveles superiores de exactitud dependiendo de la complejidad, así como también de la cantidad subyacente de recursos y la información de costos incorporada al modelo. Un ejemplo relacionado con el costo supone multiplicar la cantidad planificada de trabajo a realizar por el costo histórico por unidad, a fin de obtener el costo estimado.

- Software de Gestión de Proyectos

El software de gestión de proyectos, como por ejemplo, las aplicaciones de software de estimación de costos, las hojas de cálculo computarizadas, y las herramientas de simulación y estadísticas, es ampliamente utilizado para asistir en el proceso de estimación de costos. Dichas herramientas pueden simplificar el uso de algunas de las técnicas de estimación de

costos y, por consiguiente, facilitar la consideración rápida de las diversas alternativas de estimación de costos.

- Análisis de Propuestas para Licitaciones

Entre otros métodos de estimación de costos 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 costos adicional para examinar el precio de los productos entregables individuales, y obtener un costo que respalde el costo total final del proyecto.

- Análisis de Reserva

Muchos estimadores de costos incluyen reservas, también llamadas asignaciones para contingencias, como costos en muchas estimaciones de costos de las actividades del cronograma. Esto tiene el problema inherente de la posible exageración de la estimación de costos para la actividad del cronograma. Las reservas para contingencias son costos estimados que se utilizarán a discreción del director del proyecto para gestionar eventos previstos, pero no ciertos. Estos eventos son “incógnitas conocidas”, y forman parte del alcance del proyecto y de las líneas base de costo.

Una opción para gestionar las reservas para contingencias de costo es sumar la reserva para contingencias de costo de cada actividad del cronograma correspondiente a un grupo de actividades relacionadas para obtener una única reserva para contingencias que se asigna a una actividad del cronograma. Esta actividad del cronograma de trabajo del proyecto puede ser una actividad de duración cero que se ubica a lo largo del camino de red para ese grupo de actividades del cronograma, y se usa para mantener la reserva para contingencias de costo. Un ejemplo de esta solución para gestionar las reservas para contingencias de costo es asignarlas al nivel de paquete de trabajo a una actividad de duración cero, que abarca desde el inicio hasta la finalización de la subred del paquete de trabajo.

A medida que las actividades del cronograma de trabajo del proyecto avanzan, la reserva para contingencias, medida por el consumo de recursos de las actividades del cronograma de duración distinta de cero, puede ajustarse. En consecuencia, las variaciones del costo de la

actividad para el grupo relacionado de actividades del cronograma son más exactas, porque se basan en estimaciones de costos que no son pesimistas.

Alternativamente, la actividad del cronograma de trabajo del proyecto puede ser una actividad colchón en el método de cadena crítica, y se ubica de forma intencional directamente en el extremo final del camino de red para ese grupo de actividades del cronograma. A medida que avanzan las actividades del cronograma, puede ajustarse la reserva para contingencias, medida por el consumo de recursos de las actividades del cronograma que no son colchón. En consecuencia, las variaciones del costo de la actividad para el grupo relacionado de actividades del cronograma son más exactas, porque se basan en estimaciones de costos que no son pesimistas.

- Costo de la Calidad

El costo de la calidad son los costos totales incurridos en inversiones para prevenir el incumplimiento de los requisitos, evaluar la conformidad del producto o servicio con los requisitos, y por no cumplir con los requisitos (reproceso).Y también puede utilizarse para preparar la estimación de costos de las actividades del cronograma de trabajo del proyecto.

Como **salidas***:* estimaciones de costos de las actividades, información de respaldos de la estimación de costos de las actividades, cambios solicitados y el plan de gestión de costos (actualizado).

- Estimaciones de costo de las actividades.

La estimación de costo de una actividad es una evaluación cuantitativa de los costos probables de los recursos necesarios para completar las actividades del cronograma de trabajo del proyecto. Este tipo de estimación puede presentarse en forma de resumen o en detalle. Los costos se estiman para todos los recursos que se aplican a la estimación de costo de la actividad. Esto incluye, entre otros, 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.

- Información de Respaldo de la Estimación de Costos de las Actividades

La cantidad y el tipo de información adicional que respalda la estimación de costos de las actividades del cronograma de trabajo del proyecto varían por área de aplicación.

Independientemente del nivel de detalle, la documentación de respaldo debe proporcionar una imagen clara, profesional y completa de cómo se obtuvo la estimación de costo.

- La información de respaldo para las estimaciones de costo de las actividades deberá incluir:
- Descripción del alcance del trabajo del proyecto de la actividad del cronograma.
- Documentación de los fundamentos de la estimación (cómo fue desarrollada).
- Documentación de todas las asunciones realizadas.
- Documentación de todas las restricciones.
- Indicación del rango de estimaciones posibles (por ejemplo, $10.000 (-10% / +15%) para indicar que se espera que el artículo cueste entre $9.000 y $11.500).

  - Cambios Solicitados

El proceso estimación de costos puede generar cambios solicitados que pueden afectar al plan de gestión de costos, a los requisitos de recursos de las actividades y a otros componentes del plan de gestión del proyecto. Los cambios solicitados se procesan para su revisión y disposición a través del proceso control integrado de cambios, el cual se realiza desde el inicio del proyecto hasta su conclusión, este proceso es necesario ya que los proyectos raramente se desarrollan exactamente acorde con el plan de gestión del proyecto. El plan de gestión del proyecto, el enunciado del alcance del proyecto y otros productos entregables deben mantenerse actualizados mediante la gestión cuidadosa y continua de los cambios, ya sea rechazándolos o aprobándolos, de tal manera que los cambios aprobados se incorporen a una línea base revisada.

  - Plan de Gestión de Costos (Actualizaciones)

Si del proceso estimación de costos resultan solicitudes de cambio aprobadas, el componente plan de gestión de costos, del plan de gestión del proyecto, se actualiza si esos cambios aprobados causan un impacto sobre la gestión de costos. (Bolles, y otros, 2004).

1.4 Análisis de la Factibilidad de un Proyecto de Software.

El análisis de factibilidad forma parte del proceso de evaluación al cual debe someterse todo proyecto de software. En la actualidad en ocasiones se aborda este tema desde un enfoque económico-financiero fundamentalmente, olvidando el resto de los análisis que deben ser tratados. A partir de dicha cuestión, el presente trabajo propone un sistema de análisis de factibilidad basado en: estudio de mercado, estudio técnico, y un estudio económico-financiero donde cada uno de estos elementos posee igual nivel de importancia para la toma de decisiones del nuevo proyecto.

La evaluación de proyectos de software constituye hoy en día un tema de gran interés e importancia ya que mediante este proceso se valora cualitativa y cuantitativamente las ventajas y desventajas de destinar recursos a una iniciativa específica. El análisis de proyecto es un método para presentar el mejor uso de los recursos escasos de la sociedad. De la correcta evaluación que se realice de un proyecto depende que los proyectos a ejecutar contribuyan al desarrollo a mediano o largo plazo de una empresa en específico y en general de la economía de un país.

Las tres etapas que se deben considerar al evaluar un proyecto son: etapa de pre-inversión, etapa de maduración, etapa de funcionamiento. El análisis de factibilidad es parte de la etapa de pre-inversión dentro de la evaluación de proyectos. La bibliografía referida a estos temas aborda la selección y valoración de proyectos desde una óptica económica-financiera solamente, restándole importancia a los demás estudios que forman parte de un correcto análisis de factibilidad.

El análisis de factibilidad forma parte del ciclo que es necesario seguir para evaluar un proyecto. Un proyecto factible, es decir que se puede ejecutar, es el que ha aprobado tres estudios básicos:

1. Estudio de factibilidad de mercado.
2. Estudio de factibilidad técnica.
3. Estudio de factibilidad económica-financiera.

La aprobación o “visto bueno” de cada evaluación se denomina viabilidad. Estas viabilidades se deben dar al mismo tiempo para alcanzar la factibilidad de un proyecto ya que dentro de este tendrán iguales niveles de importancia a la hora de llevarlo a cabo; entonces con una evaluación que resulte no viable, el proyecto no será factible.

Para realizar un análisis de factibilidad que realmente contribuya al proceso de toma de decisión es necesario tener en cuenta que cada uno de estos estudios se integran y sirven de base para el que le sigue en el orden antes establecido, es decir constituyen en su conjunto un sistema de evaluación para establecer la factibilidad de llevar a cabo una inversión determinada

El objetivo central del estudio de factibilidad se basa en la necesidad de que cada inversión a acometer esté debidamente fundamentada y documentada donde las soluciones técnicas y económicas-financieras sean las más ventajosas para el país. Por otra parte debe garantizar que los planes para la ejecución y puesta en explotación de la inversión respondan a las necesidades reales de la economía nacional.

Estos estudios sirven para recopilar datos relevantes sobre el desarrollo de un proyecto y en base a ellos la alta dirección podrá tomar las decisiones más acertadas.

1.4.1 Estudio de factibilidad de mercado.

En un estudio de factibilidad, el estudio de mercado es el encargado de decidir a priori la realización o no de un proyecto, convirtiéndose entonces en el precedente para la realización de los estudios técnicos y económicos - financieros.

El estudio de mercado se puede definir como la función que vincula a los consumidores con el encargado de estudiar el mercado a través de la información, la cual se utiliza para identificar y definir tanto las oportunidades como las amenazas del entorno; para generar y evaluar las medidas de mercadeo así como para mejorar la comprensión del proceso del mismo. Este por su carácter preliminar, constituye un sondeo de mercado, antes de incurrir en costos innecesarios. Además contribuyen a disminuir el riesgo que toda decisión lleva consigo, pues permiten conocer mejor los antecedentes del problema, por lo que constituye entonces un apoyo para los niveles de decisión correspondientes. No obstante, éste estudio no garantiza una solución buena en todos los casos, más bien es una guía que sirve solamente de

orientación para facilitar la conducta en los negocios y que a la vez trata de reducir al mínimo el margen de error posible.

Etapas del estudio de mercado

Con el estudio de mercado pueden lograrse múltiples objetivos, pero en la práctica se aplican en campos bien definidos. Los pasos a seguir para llevar a cabo un análisis comercial, según bibliografía consultada, son los que a continuación se muestran:

1. Análisis del producto

Producto principal. Se deben reunir los datos que permitan identificar al producto principal. Es necesario que exista coherencia con los datos del estudio técnico y aclarar si se trata de productos tradicionales, o un nuevo producto.

Subproductos. Es preciso señalar si se originan subproductos en la fabricación del producto principal y el uso que se les dará.

Productos sustitutivos. Se debe señalar la existencia en el mercado así como las características de los productos que satisfagan iguales necesidades, indicando en que condiciones pueden competir con el producto objeto de estudio.

Productos complementarios. Es necesario especificar en este caso si el uso o consumo del producto está condicionado por la disponibilidad de otros bienes y servicios. Identificando esos productos complementarios y destacando sus relaciones con el producto, para que sean incluidos en el estudio de mercado.

2. Clientes Potenciales

Se debe estimar la extensión de los probables consumidores o usuarios, así como determinar de igual forma el segmento de la población a la cual será dirigido el producto en el mercado. Por otra parte es necesario determinar las cantidades del bien que los consumidores están dispuestos a adquirir y que justifican la realización de los programas de producción. Se debe cuantificar la necesidad real o psicológica de una población de consumidores, con disposición de poder adquisitivo suficiente y con unos gustos definidos para adquirir un producto que satisfaga sus necesidades. Esto generalmente se hace a través de la obtención de información primaria. El análisis de clientes debe comprender también, la evolución de la demanda actual del bien, y el

análisis de ciertas características y condiciones que sirvan para explicar su probable comportamiento al futuro

3. Análisis del mercado

Será necesario en este caso estudiar las cantidades que suministran otros fabricantes del producto que se va a ofrecer en el mercado, así como analizar las condiciones de producción de este producto, refiriéndose a la situación actual y futura. Esto deberá proporcionar las bases para prever las posibilidades del proyecto en las condiciones de competencia existentes.

4. Proveedores:

Se deben identificar los proveedores de los principales insumos demandados, los cuales garanticen la cantidad, calidad y tiempos de entrega requeridos para cumplir con los parámetros del proceso productivo o de prestación de servicios en cuestión.

Como conclusión a este punto el estudio de mercado es el que aporta la información clave para planificar aspectos, tanto técnicos como económicos en la empresa o institución.

1.4.2 Estudio de factibilidad técnica

En el estudio técnico hay que tener en cuenta una serie de decisiones a tomar respecto a: tecnología, tamaño y localización. Cada una de ellas responde a diferentes interrogantes: el tamaño al cuánto, la tecnología al cómo y la localización al dónde.

Tecnología

Antes de determinar una tecnología a aplicar en un proyecto se debe realizar un filtrado de ideas, donde se rechazan las que claramente no son posibles técnicamente. Luego es necesario realizar un análisis más preciso sobre la posibilidad de fabricar el producto desde el punto de vista de si dispone la empresa de los recursos y conocimientos técnicos para llevar a cabo el desarrollo de este. Lo normal es que la empresa no disponga de todas las tecnologías para la fabricación del producto. No obstante deben preguntarse si pueden adquirir la tecnología que les falta.

La selección de la tecnología implica elegir una determinada combinación de factores productivos para transformar diversos insumos en productos.

Las decisiones de tecnología se relacionan generalmente con:

1. Relación demanda-capacidad.
2. Características y disponibilidad de la mano de obra.
3. Características y disponibilidad de materiales y/o materias primas.
4. Disponibilidad financiera.
5. Tamaño: es un factor determinante a la hora de escoger una tecnología debido a que esta debe responder directamente a los requerimientos de capacidad que se instalarán.

Tamaño

El tamaño establece la cantidad de obra a realizar o la capacidad de abastecimiento en la unidad de tiempo, mencionando también el número de personas a beneficiar tanto en el presente como en el futuro, y se puede realizar en forma mensual o anual.

Se hace necesario señalar que además de la tecnología previamente seleccionada también influyen en la selección del tamaño otros factores generales dentro de los cuales se pueden mencionar los siguientes:

1. Balance demanda-capacidad: A través del estudio de mercado, se determinan si existe o no una demanda potencial y en que cantidad para determinar el tamaño del proyecto.

En el estudio de mercado se determina la magnitud de la demanda, donde pueden darse diferentes casos.

2. Localización: El tamaño se ve afectado por la localización cuando el lugar elegido para ejecutar el proyecto no dispone de la cantidad de insumos suficientes, ni accesos idóneos a estos entre otros aspectos a considerar.
3. Capacidad financiera empresarial: Este es uno de los puntos más importantes en el momento de implementar un proyecto, ya que la inversión del proyecto puede ser afectada por la capacidad financiera, pues muchas veces se dan un límite máximo de inversión debido a esta.

Localización

En este punto, es importante analizar cuál es el sitio idóneo donde se puede instalar el proyecto, incurriendo en costos mínimos y en mejores facilidades de acceso a recursos, equipos, etc.

Una característica básica de las decisiones de localización de las inversiones es que sus efectos económicos, políticos y sociales tienen repercusiones a muy largo plazo, a veces a más de cincuenta años y son de difícil corrección por cuanto se tendría que incurrir adicionalmente en gastos de inversiones considerables.

Para tomar la decisión de localizar un proyecto se debe considerar:

1. Balance demanda-capacidad: para poder fundamentar técnica y económicamente cada nueva inversión se debe comenzar con el pronóstico de la demanda, perspectiva anual, a mediano y largo plazo, en unidades físicas, de uno o más bienes que se podrían producir mediante la selección previa de la tecnología. El pronóstico perspectivo de la demanda y de las capacidades anuales se confecciona mediante el balance demanda-capacidad anual, a mediano y largo plazo, con el fin de conocer el déficit real de oferta que habrá.

2. Fuentes y disponibilidad de materias primas: se debe tener en cuenta las cantidades que se requieren consumir anualmente para garantizar el aprovechamiento pleno de las nuevas capacidades que se creen durante la vida útil económica de cada nueva instalación.

3. Disponibilidad actual y perspectiva de fuerza de trabajo: teniendo en cuenta su calificación o no en las distintas zonas del territorio es otro aspecto importante a la hora de tomar decisiones de localización de una nueva inversión .El análisis de las disponibilidades perspectivas de fuerza de trabajo no se puede efectuar considerando sólo la cantidad que se necesita, sino también por la estructura de calificación y especialización que requiere la tecnología de operación del proyecto a llevar a cabo.

4. Fuentes y disponibilidad de energía: dada la importancia para todas las instalaciones industriales de la garantía del futuro suministro estable de los portadores de energía,

es necesario evaluar cuidadosamente si habrá disponibilidad perspectiva de abastecimiento de esta.

5. Vías de transporte y comunicaciones: el análisis de las vías de transporte por carretera, ferrocarril y puertos existentes y perspectivos, incluyendo las líneas telefónicas, a lo que se le incorpora más recientemente el acceso a Internet en cada zona de localización posible, es otro factor importante a considerar para la selección de la variante óptima de localización de la nueva planta.

   Y por último deben valorarse en gran escala los.

6. Factores ambientales.

1.4.3 Estudio de factibilidad económica- financiera.

El objetivo fundamental de la evaluación económica-financiera es valorar la inversión a partir de criterios cuantitativos y cualitativos de evaluación de proyectos, empleando las pautas más representativas usadas para tomar decisiones de inversión.

El modelo económico financiero de evaluación de inversiones permite al analista experimentar con diferentes hipótesis y escenarios, sin poner en riesgo el negocio. La simulación financiera implica la cuantificación del impacto probable de las decisiones sobre la cuenta de resultados y el balance.

Análisis Beneficio-Costo

De nada vale verificar la factibilidad financiera de un proyecto de software sino se verifica que económicamente también lo sea. El beneficio contable es una expresión técnica que representa el exceso de ingresos sobre los gastos, dichos ingresos y gastos no representan necesariamente entradas y salidas de efectivo, sino que son el resultado de una aplicación coherente, entre dos ejercicios contables de los principios tradicionales de contabilidad.

Este método permite establecer un proceso de valoración económica de los costos evitados como beneficios o de los beneficios no percibidos como costo, ante una medida o proyecto. Todo esto se sustenta en la aplicación del costo de oportunidad como base referencial. Es evidente entonces, que el valor de los beneficios es decisivo también a corto plazo pero no suficiente. El beneficio constituye una estimación y no la realidad. Por lo que se hace

necesario la aplicación de criterios de evaluación de inversiones donde se utilicen los flujos de caja los cuales expresan la cruda verdad acerca de la situación de la empresa entre lo que constituye entradas y salidas de las cuentas bancarias.

En todo análisis beneficio-costo es de vital importancia los costos, ya que estos también influyen en los beneficios que se estimen del proyecto en términos cuantitativos.

Análisis temporal de proyectos de software

Existen varios criterios de evaluación para los proyectos de software, los cuales se clasifican en dos grandes grupos de técnicas: estáticas y dinámicas. Las primeras se caracterizan por no considerar el valor del dinero en el tiempo, los flujos de efectivo son los mismos en todos los años por lo que ofrecen resultados poco confiables y se utilizan para inversiones que tienen poco tiempo para su ejecución. Entre las técnicas estáticas se tiene:

1. Período de recuperación simple (PERs)
2. Tasa media de rentabilidad. (TMR)

Por otra parte se tienen las técnicas dinámicas las cuales consideran el valor del dinero en el tiempo, entrando en la operación de descuento y capitalización, sus resultados son más confiables y complejos de calcular en ocasiones. A continuación se enumeran distintas técnicas dinámicas:

1. Período de recuperación descontado (PERd)
2. Tasa interna de rentabilidad (TIR)
3. Tasa verdadera de rentabilidad (TVR)
4. Plazo financiero medio (PFM)
5. Valor actual o presente neto (VAN)
6. Razón beneficio costo (B/C)
7. Valor futuro neto (VFN)
8. Costo total actualizado (CTA)
9. Costo anual equivalente (CAE).

Es de suma importancia para la empresa conocer sus flujos de efectivo ya que una compañía puede tener problemas de efectivo, aún siendo rentable. Por otra parte estos son fundamentales para analizar la viabilidad de proyectos de software, ya que son la base de sus criterios más importantes de cálculo: valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y del plazo de recuperación simple (PERs); así como para medir la rentabilidad o crecimiento de un negocio cuando se entienda que las normas contables no representan adecuadamente la realidad económica.

Criterios de Evaluación Económica-Financiera de un Proyecto.

El análisis de los criterios de evaluación económica financiera de un proyecto de software a mediano y largo plazo, es el punto culminante para pasar al proceso de toma de decisión de la factibilidad de la inversión, en este sentido se hace necesario el análisis de los criterios cuantitativos. Existen diversos criterios para seleccionar proyectos de software aunque en la práctica los más usados, son los que a continuación se expondrán.

- Criterio del plazo de recuperación simple (PERs)

Este criterio se basa en determinar el plazo de recuperación de una inversión, es decir el tiempo en que se tarda en recuperar el desembolso inicial. Este se calcula acumulando los flujos de efectivo en el tiempo hasta que su suma sea igual a dicho desembolso inicial. Este criterio se basa en que la inversión más conveniente es aquella cuyo PERs esperado sea más corto.

- Criterio del plazo de recuperación descontado (PERd)

El plazo de recuperación descontado es una versión del plazo de recuperación simple más confiable ya que tiene en cuenta el valor del dinero en el tiempo.

PERd = Año anterior + Costos no recuperados / Flujos de efectivo

El criterio del plazo de recuperación descontado responde a la interrogante de cuántos períodos son necesarios para que el proyecto tenga razón de ser teniendo en cuenta el valor del dinero en el tiempo. El PERd depende aún de la fecha tope escogida arbitrariamente e ignora todavía los flujos de caja producidos después de esta.

- Criterio del valor actual neto (VAN)

El VAN o valor capital de una inversión es el valor actualizado de todos los flujos de caja esperados en el momento actual conociendo la tasa de interés del capital (r), la duración del proyecto (n) y la inversión inicial (Io). El VAN será calculado entonces según la siguiente fórmula:

$$VAN = -I_0 \sum in = 1 \, {}^{FE}/_{(1+r)^n}$$

El VAN representa la rentabilidad en términos absolutos de un proyecto. Según este criterio la decisión de inversión se apoya en el siguiente razonamiento:

• Si VAN > 0, la inversión debe llevarse a cabo ya que es rentable para la empresa
• Si VAN < 0, la inversión no debe realizarse porque no es rentable para la empresa.
• Si VAN = 0, es igual que la inversión se realice o no ya que no modifica el patrimonio de la empresa.

- Criterio de la tasa interna de rentabilidad (TIR)

La TIR o tasa de retorno de la inversión es el tipo de descuento que hace igual a cero el VAN de dicho proyecto, es decir:

$$VAN = -I_0 \sum in = 1 \, {}^{FE}/_{(1+r)^n} = 0$$

Donde r sería la TIR del proyecto.

La TIR representa el porcentaje o tasa de interés ganado sobre el saldo no recuperado de una inversión. Es la rentabilidad obtenida sobre el capital mientras esté invertido, tras permitir el reembolso parcial de la inversión. Se puede decir que la TIR proporciona un criterio de rentabilidad de forma actual y relativa, es decir al escoger la alternativa que teóricamente es mejor, se está escogiendo la que proporciona mayor beneficio por unidad monetaria invertida. La decisión sobre el proyecto se plantea así:

- Si TIR > r, la inversión puede realizarse porque la rentabilidad que nos ofrece el proyecto es mayor que la que ofrece el mercado.
- Si TIR < r, no interesa llevar a cabo la inversión porque la rentabilidad que nos ofrece el proyecto es menor que la que ofrece el mercado.

- Si TIR = r, la situación es de indiferencia, por lo que con decidores con aversión al riesgo tampoco se realizaría. (Miranda, 2007).

1.5 Preparación del Presupuesto de Costos.

La preparación del presupuesto de costos suma los costos estimados de actividades individuales o paquetes de trabajo a fin de establecer una línea base de costo.

Esta actividad implica sumar los costos estimados de las actividades del cronograma de trabajo del proyecto o paquetes de trabajo individuales para establecer una línea base de costo total, a fin de medir el rendimiento del proyecto. El enunciado del alcance del proyecto proporciona el presupuesto resumen. Sin embargo, las estimaciones de costo de las actividades del cronograma o de los paquetes de trabajo se preparan con anterioridad a las solicitudes de presupuesto detallado y la autorización de trabajo.

Esta actividad tiene como **entrada**: el enunciado del alcance del proyecto, EDT, diccionario EDT, estimaciones de costos de las actividades, información de soporte de la estimación de costos de las actividades, cronograma del proyecto, calendarios de recursos, contrato y plan de gestión de costos.

- Estimaciones de Costos de las Actividades

Las estimaciones de costos para cada actividad del cronograma de trabajo del proyecto, dentro de un paquete de trabajo se suman para obtener una estimación de costos para cada paquete de trabajo.

- Cronograma del Proyecto

El cronograma del proyecto incluye las fechas de inicio y finalización programadas para las actividades del cronograma del proyecto, los hitos del cronograma, los paquetes de trabajo, los paquetes de planificación y las cuentas de control. Esta información se utiliza para sumar costos a los períodos del calendario cuando se planifica incurrir en dichos costos.

- Calendarios de Recursos

Un calendario combinado de recursos para el proyecto documenta los días laborables y no laborables que determinan aquellas fechas en las que cada recurso específico, ya sea una

persona o un material, puede estar activo u ocioso. El calendario de recursos del proyecto define, por lo general, días festivos específicos de los recursos y períodos de disponibilidad de los recursos. El calendario de recursos del proyecto identifica la cantidad disponible de cada recurso durante cada período de disponibilidad.

- Contrato

Se adjudica un contrato a cada vendedor seleccionado. El contrato puede tener el formato de un documento complejo o una simple orden de compra. Independientemente de la complejidad del documento, un contrato es un acuerdo legal vinculante para las partes en virtud del cual el vendedor se obliga a proveer los productos, servicios o resultados especificados, y el comprador se obliga a pagarle al vendedor. Un contrato es un vínculo legal sujeto a resolución en los juzgados. Los componentes principales del documento de un contrato incluyen, entre otros, los títulos de sección, el enunciado del trabajo, el cronograma, el período de rendimiento, los roles y responsabilidades, los precios y la forma de pago, los ajustes por inflación, los criterios de aceptación, la garantía, el soporte del producto, la limitación de responsabilidad, los honorarios, la retención, las sanciones, los incentivos, el seguro, las garantías de cumplimiento, la aprobación del subcontratista, el manejo de las solicitudes de cambio, y un mecanismo de finalización y resolución de conflictos.

La información del contrato relacionada con los productos, servicios o resultados que se han comprado, y sus costos, se usa para desarrollar el presupuesto.

Como **herramientas y técnicas***:* la suma de costos, análisis de reserva, estimación paramétrica y conciliación del límite de la financiación.

- Suma de Costos

Las estimaciones de costos de las actividades del cronograma de trabajo del proyecto se suman por paquetes de trabajo de acuerdo con la EDT. Las estimaciones de costos de los paquetes de trabajo luego se suman para los niveles superiores de componentes de la EDT, tales como las cuentas de control, y finalmente para todo el proyecto.

- Conciliación del Límite de la Financiación.

En general, grandes variaciones en los gastos periódicos de fondos no son deseables para las operaciones de la organización. Por lo tanto, los gastos de fondos se concilian con los

límites de financiación establecidos por el cliente o la organización ejecutante sobre el desembolso de fondos para el proyecto. La conciliación requerirá que se ajuste el cronograma de trabajo para allanar o regular dichos gastos, lo que se logra aplicando restricciones de fecha impuestas para algunos paquetes de trabajo, hitos del cronograma o componentes de la EDT en el cronograma del proyecto. El ajuste del cronograma de trabajo del proyecto puede ejercer un impacto en la asignación de recursos. Si se utilizasen los fondos como un recurso limitante en el proceso desarrollo del cronograma, el proceso se repetirá utilizando las nuevas restricciones de fecha impuestas. El producto final de estas iteraciones en la planificación es una línea base de costo.

Como **salida***:* la línea base de costo, requisitos para la financiación del proyecto, plan de gestión de costos (actualizado) y cambios solicitados.

- Línea Base de Costo

La línea base de costo es un presupuesto distribuido en el tiempo que se usa como base respecto a la cual se puede medir, supervisar y controlar el rendimiento general del costo en el proyecto. Se desarrolla sumando los costos estimados por período y normalmente se representa por una curva S, tal como se ilustra en la Figura 2. La línea base de costo es un componente del plan de gestión del proyecto.

Muchos proyectos, especialmente los de gran magnitud, tienen múltiples líneas base de costo o recursos, y líneas base de producción de consumibles (por ejemplo, metros cúbicos de hormigón por día) para medir diferentes aspectos del rendimiento del proyecto. Por ejemplo, la dirección puede requerir que el director del proyecto haga un seguimiento de los costos internos (mano de obra) por separado de los costos externos (contratistas y materiales de construcción) o de la cantidad total de horas de mano de obra.

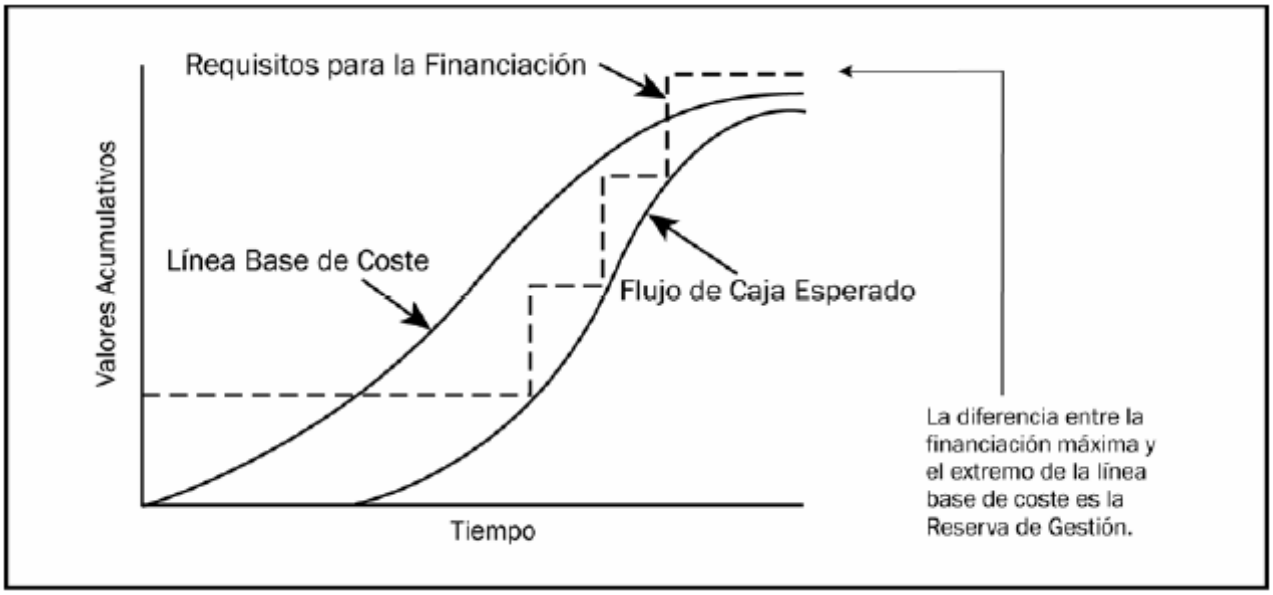

Figura 2: Gráfico del Flujo de Caja, Línea base de Costo y Financiación.

- Requisitos para la Financiación del Proyecto

Los requisitos de financiación, totales y periódicos (por ejemplo, anuales o trimestrales), se derivan de la línea base de costo y pueden establecerse para excederlos, en general por un margen, a fin de estar preparado para el avance temprano o los sobrecostos. En general, la financiación tiene lugar en cantidades incrementales que no son continuas y, por lo tanto, aparece como una función escalonada en la Figura 2.

Los fondos totales necesarios son aquellos incluidos en la línea base de costo más la cantidad de reserva para contingencias de gestión. Una parte de la reserva para contingencias de gestión puede incluirse de forma incremental en cada paso de la financiación o puede ser financiada cuando sea necesario, dependiendo de las políticas de la organización.

Aunque la Figura 2 muestra la cantidad de reserva de gestión al final del proyecto, en realidad, la línea base de costo y las líneas de flujo de caja se incrementarán cuando se autorice una parte de la reserva de gestión y cuando se gaste. Cualquier diferencia al final del proyecto entre los fondos asignados y las cantidades de la línea base de costo y de flujo de caja muestra la cantidad de la reserva de gestión que no fue utilizada. (Bolles, y otros, 2004).

Y otras salidas que presenta la preparación de presupuesto son los cambios solicitados y el plan de gestión de costo, pero estos aspectos no se describen aquí porque ya se encuentran descritos anteriormente.

1.6 Control de Costos.

El control de costo influye sobre los factores que crean variaciones del costo y controla los cambios en el presupuesto del proyecto.

Además el control de costos del proyecto incluye:

- Influir sobre los factores que producen cambios en la línea base de costo.
- Asegurarse de que los cambios solicitados sean acordados.
- Gestionar los cambios reales cuando y a medida que se produzcan.
- Asegurar que los posibles sobrecostos no excedan la financiación autorizada periódica y total para el proyecto.
- Realizar el seguimiento del rendimiento del costo para detectar y entender las variaciones con respecto a la línea base de costo.
- Registrar todos los cambios pertinentes con precisión en la línea base de costo.
- Evitar que se incluyan cambios incorrectos, inadecuados o no aprobados en el costo o en el uso de recursos informados.
- Informar los cambios aprobados a los interesados pertinentes.
- Actuar para mantener los sobrecostos esperados dentro de límites aceptables.

El control de costos del proyecto busca las causas de las variaciones positivas y negativas, y forma parte del control integrado de cambios. Por ejemplo, una respuesta inapropiada a variaciones del costo puede ocasionar problemas de calidad o de cronograma, o producir un nivel de riesgo inaceptable en una etapa posterior del proyecto.

Esta actividad tiene como **entrada:** la línea base de costo, requisitos para la financiación del proyecto, informes de rendimiento, información sobre el rendimiento de trabajo, solicitudes de cambio aprobadas y plan de gestión del proyecto.

- Informes de Rendimiento

Los informes de rendimiento organizan y resumen la información recogida, y presentan los resultados de cualquier análisis en comparación con la línea base para la medición del rendimiento. Los informes deben proporcionar la información sobre el estado de la situación y el progreso, y el nivel de detalle requeridos por los diversos interesados, según lo documentado en el plan de gestión de las comunicaciones. Los formatos más comunes de los informes de rendimiento incluyen diagramas de barras, curvas S, histogramas y tablas. Los datos del análisis del valor ganado a menudo se incluyen como parte del proceso Informar el Rendimiento. Mientras que las curvas S, como las de la Figura 3, pueden mostrar una sola vista de los datos del análisis del valor ganado.

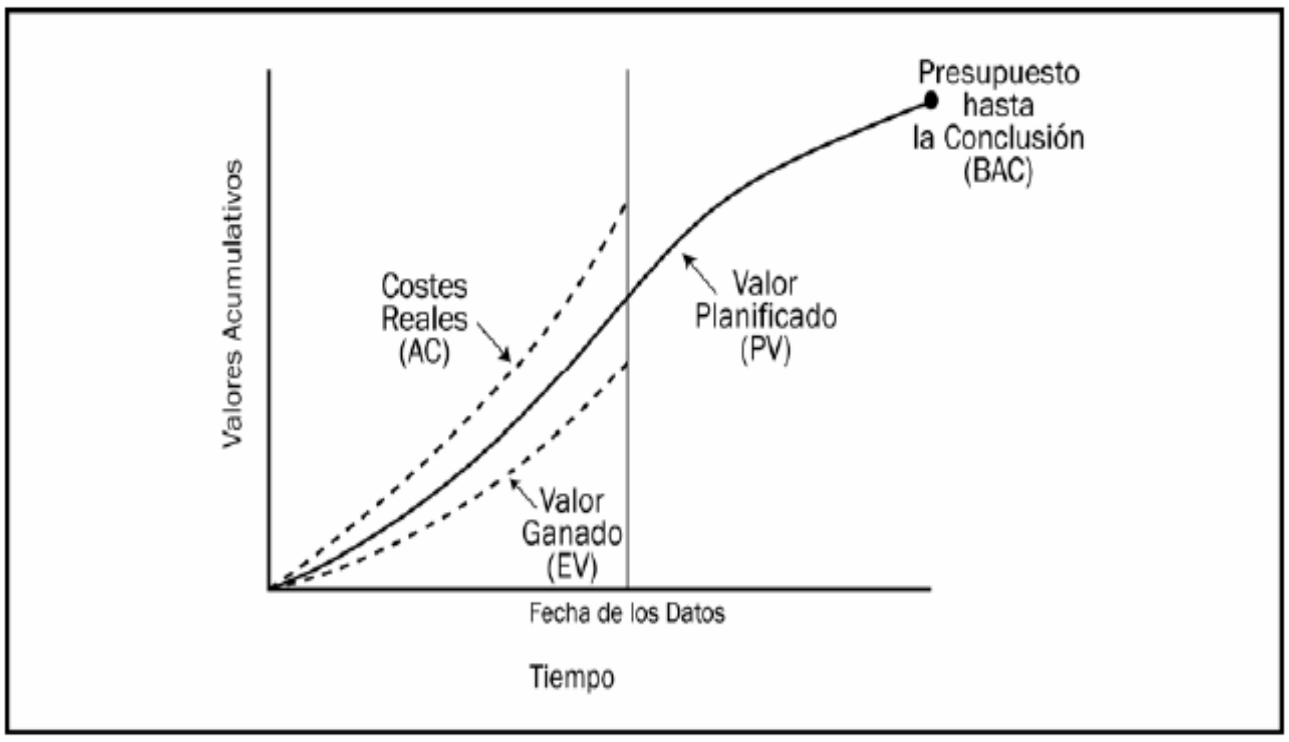

Figura 3: Informe gráfico ilustrativo del Rendimiento.

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

- Información sobre el Rendimiento del Trabajo

Se recoge la información sobre el rendimiento del trabajo perteneciente al estado y costo de las actividades del proyecto que se están realizando. Esta información incluye, entre otros:

- Productos entregables que se han completado y aquellos que todavía no se han completado.
- Costos autorizados e incurridos.
- Estimaciones hasta la conclusión de las actividades del cronograma de trabajo del proyecto.
- Porcentaje físicamente completado de las actividades del cronograma de trabajo del proyecto.
- Lecciones aprendidas documentadas registradas en la base de conocimientos de lecciones aprendidas.
- Detalle de la utilización de recursos.

- Solicitudes de Cambio Aprobadas

Las solicitudes de cambio aprobadas del proceso control integrado de cambios, pueden incluir modificaciones en los términos del costo del contrato, en el alcance del proyecto, en la línea base de costo o en el plan de gestión de costos.

Como **herramientas y técnicas***:* sistemas de control de cambios del costo, análisis de medición de rendimientos, proyecciones, revisiones del rendimiento del proyecto, software de gestión de proyecto y gestión de variación.

- Sistema de Control de Cambios del Costo

Un sistema de control de cambios del costo, documentado en el plan de gestión de costos, define los procedimientos por los cuales la línea base de costo puede ser modificada. Incluye los formularios, la documentación, los sistemas de seguimiento y los niveles de aprobación

necesarios para autorizar los cambios. El sistema de control de cambios del costo está integrado con el proceso de control integrado de cambios.

- Análisis de Medición del Rendimiento

Las técnicas para la medición del rendimiento ayudan a evaluar la magnitud de todas las variaciones que invariablemente se producirán. La técnica del valor ganado (EVT) compara el valor acumulativo del costo presupuestado del trabajo realizado (ganado) en la cantidad original del presupuesto asignada tanto con el costo presupuestado del trabajo planificado (programado) como con el costo real del trabajo realizado (real). Esta técnica es especialmente útil para el control de costos, la gestión de recursos y la producción.

Una parte importante del control de costos es determinar la causa de una variación, la magnitud de la variación, y decidir si la variación requiere una acción correctiva. La técnica del valor ganado usa la línea base de costo incluida en el plan de gestión del proyecto para evaluar el avance del proyecto y la magnitud de cualquier variación que se produzca.

La técnica del valor ganado implica desarrollar los siguientes valores clave para cada actividad del cronograma, paquete de trabajo o cuenta de control:

Valor planificado (PV). El PV es el costo presupuestado del trabajo programado para ser completado de una actividad o componente de la EDT hasta un momento determinado.

Valor ganado (EV). El EV es la cantidad presupuestada para el trabajo realmente completado de la actividad del cronograma o el componente de la EDT durante un período de tiempo determinado.

Costo real (AC). El AC es el costo total incurrido en la realización del trabajo de la actividad del cronograma o el componente de la EDT durante un período de tiempo determinado. Este AC debe corresponderse en definición y cobertura con lo que haya sido presupuestado para el PV y el EV (por ejemplo, sólo horas directas, sólo costos directos o todos los costos, incluidos los costos indirectos).

Estimación hasta la conclusión (ETC) y estimación a la conclusión (EAC). Ver el desarrollo de ETC y EAC, descrito en la siguiente técnica sobre proyección.

Los valores PV, EV y AC se usan en combinación para proporcionar medidas de rendimiento de si el trabajo se está llevando a cabo o no de acuerdo con lo planificado, en un momento determinado.

Las medidas más comúnmente usadas son la variación del costo (CV) y la variación del cronograma (SV). La cantidad de variación de los valores CV y SV tiende a disminuir a medida que el proyecto se acerca a su conclusión, debido al efecto compensatorio que tiene la realización de mayor cantidad de trabajo. Los valores de variación predeterminados aceptables que disminuirán a lo largo del tiempo a medida que el proyecto avanza hacia su conclusión pueden establecerse en el plan de gestión de costos.

Variación del Costo (CV). La CV es igual al valor ganado (EV) menos el costo real (AC). La variación del costo al final del proyecto será la diferencia entre el presupuesto hasta la conclusión (BAC) y la cantidad realmente gastada.

Fórmula: $CV = EV - AC$

Variación del Cronograma (SV). La SV es igual al valor ganado (EV) menos el valor planificado (PV). La variación del cronograma finalmente será igual a cero cuando se complete el proyecto, porque ya se habrán ganado todos los valores planificados.

Fórmula: $SV = EV - PV$

Estos dos valores, CV y SV, pueden convertirse en indicadores de eficiencia que reflejan el rendimiento del costo y del cronograma de cualquier proyecto.

Índice de Rendimiento del Costo (CPI). Un valor del CPI inferior a 1.0 indica un sobrecosto con respecto a las estimaciones. Un valor del CPI superior a 1.0 indica un costo inferior con respecto a las estimaciones. El CPI es igual a la razón entre el EV y el AC. El CPI es el indicador de eficiencia de costos más comúnmente usado.

Fórmula: $CPI = {}^{EV}/_{AC}$

CPI Acumulativo (CPI^{C}). El CPI acumulativo es ampliamente utilizado para predecir los costos del proyecto a la conclusión**.** El CPI^{C} es igual a la suma de los valores ganados periódicos (EV^{C}) dividida por la suma de los costos reales individuales (AC^{C}).

Fórmula: $\mathrm{CPI}^{c} = {}^{EV^{c}}/_{AC^{c}}$

Índice de Rendimiento del Cronograma (SPI). El SPI se utiliza, además del estado del cronograma, para predecir la fecha de conclusión, y a veces se utiliza en combinación con el CPI para predecir las estimaciones de conclusión del proyecto. El SPI es igual a la razón entre el EV y el PV.

Fórmula: $SPI = {}^{EV}/_{PV}$

La Figura 3 usa curvas S para presentar los datos del EV acumulativo de un proyecto que excede el presupuesto y está atrasado con respecto al plan de trabajo.

La técnica del valor ganado, en sus diversas formas, es un método de medición del rendimiento comúnmente usado. Integra medidas del alcance del proyecto, del costo (o recursos) y del cronograma para ayudar al equipo de dirección del proyecto a evaluar el rendimiento del proyecto.

- Proyecciones

Las proyecciones consisten en realizar estimaciones o predicciones de las condiciones en el futuro del proyecto basándose en la información y los conocimientos disponibles en el momento de la proyección. Las proyecciones se generan, se actualizan y se emiten nuevamente basándose en la información sobre el rendimiento del trabajo suministrado a medida que el proyecto se ejecuta y avanza. La información sobre el rendimiento del trabajo trata sobre el rendimiento anterior del proyecto y cualquier otra información que podría causar un impacto sobre el proyecto en el futuro, por ejemplo, la estimación a la conclusión y la estimación hasta la conclusión.

Los parámetros de la técnica del valor ganado del BAC, el costo real (AC^C) hasta la fecha y el indicador de eficiencia CPI^C acumulativo se usan para calcular la ETC y la EAC, donde el BAC es igual al PV total a la conclusión para una actividad del cronograma, paquete de trabajo, cuenta de control u otro componente de la EDT.

Fórmula: $BAC = PV$ acumulativo total a la conclusión

Las técnicas de proyección ayudan a evaluar el costo o la cantidad de trabajo necesario para completar las actividades del cronograma, lo cual se denomina EAC. También ayudan a determinar la ETC, que es la estimación para concluir el trabajo restante correspondiente a

una actividad del cronograma, paquete de trabajo o cuenta de control. Aunque la técnica del valor ganado para determinar la EAC y la ETC es rápida y automática, no es tan valiosa ni exacta como las proyecciones manuales del trabajo restante que ha de realizar el equipo del proyecto. La técnica de proyección para la ETC basada en el suministro de la estimación hasta la conclusión por parte de la organización ejecutante es:

ETC basada en una nueva estimación. La ETC es igual a la estimación revisada para el trabajo restante, determinada por la organización ejecutante. Esta estimación de la conclusión más exacta y completa es una estimación hasta la conclusión independiente y no obtenida mediante cálculos para todo el trabajo restante, y tiene en cuenta el rendimiento o la producción de los recursos hasta la fecha.

Alternativamente, para calcular la ETC usando los datos sobre el valor ganado, generalmente se aplica una de las dos fórmulas:

ETC basada en variaciones atípicas. Este enfoque se utiliza más frecuentemente cuando las variaciones actuales se consideran atípicas, y las expectativas del equipo de dirección del proyecto son que no se producirán variaciones similares en el futuro. La ETC es igual al BAC menos el valor ganado acumulativo hasta la fecha (EV^C).

Fórmula: $ETC = (BAC - EV^c)$

ETC basada en variaciones típicas. Este enfoque se utiliza más frecuentemente cuando las variaciones actuales se consideran como típicas de las variaciones futuras. La ETC es igual al BAC menos el EV^C acumulativo (el PV restante) dividido por el índice de rendimiento del costo acumulativo (CPI^C).

Fórmula: $ETC = {(BAC - EV^c)}/{CPI^c}$

Una EAC es una proyección del valor total más probable basada en el rendimiento del proyecto y la cuantificación del riesgo. La EAC es el valor final total proyectado o previsto para una actividad del cronograma, componente de la EDT o proyecto cuando se completa el trabajo definido del proyecto.

Una técnica de proyección para la EAC se basa en el suministro de una estimación hasta la conclusión por parte de la organización ejecutante:

EAC utilizando una nueva estimación. La EAC es igual a los costos reales hasta la fecha (AC^C) más una nueva ETC que proporciona la organización ejecutante. Este enfoque se utiliza más frecuentemente cuando el rendimiento anterior muestra que las asunciones de las estimaciones originales eran básicamente defectuosas o ya no son pertinentes debido a un cambio en las condiciones.

Fórmula: $EAC = AC^c + ETC$

Las dos técnicas de proyección más comunes para calcular la EAC usando los datos sobre el valor ganado son una variación de:

EAC usando el presupuesto restante. La EAC es igual a la AC^C más el presupuesto necesario para completar el trabajo restante, que es el presupuesto hasta la conclusión (BAC) menos el valor ganado (EV). Este enfoque se utiliza más frecuentemente cuando las variaciones actuales se consideran atípicas, y las expectativas del equipo de dirección del proyecto son que no se producirán variaciones similares en el futuro.

Fórmula: $EAC = AC^c + BAC - EV$

EAC usando el CPI^C. La EAC es igual a los costos reales hasta la fecha (AC^C) más el presupuesto necesario para completar el trabajo restante del proyecto, que es el BAC menos el EV, modificado por un factor de rendimiento (a menudo el CPI^C). Este enfoque se utiliza más frecuentemente cuando las variaciones actuales se consideran típicas de las variaciones futuras.

Fórmula: $EAC = AC^c + {}^{[(BAC - EV)}/_{CPI^c]}$

Cada uno de estos enfoques puede ser el correcto para cualquier proyecto dado, y le proporcionarán al equipo de dirección del proyecto una señal si las proyecciones para la EAC no están dentro de las tolerancias aceptables.

- Revisiones del Rendimiento del Proyecto

Las revisiones del rendimiento comparan el rendimiento del costo a lo largo del tiempo, las actividades del cronograma o los paquetes de trabajo que sobrepasan o son inferiores al presupuesto (valor planificado), los hitos vencidos y los alcanzados.

Las revisiones del rendimiento son reuniones en las que se evalúa el estado y progreso de la actividad del cronograma, el paquete de trabajo o la cuenta de costos, y en general se usan en combinación con una o más de las siguientes técnicas de informe del rendimiento:

Análisis de variación. El análisis de variación implica comparar el rendimiento real del proyecto con el rendimiento planificado o esperado. Las variaciones del costo y del cronograma son las que se analizan más frecuentemente, pero las variaciones respecto del plan en las áreas de alcance del proyecto, recursos, calidad y riesgo a menudo son de igual o mayor importancia.

Análisis de tendencias. El análisis de tendencias implica examinar el rendimiento del proyecto a lo largo del tiempo para determinar si el rendimiento está mejorando o se está deteriorando.

Técnica del valor ganado. La técnica del valor ganado compara el rendimiento planificado con el rendimiento real.

- Gestión de Variación

El plan de gestión de costos describe cómo se gestionan las variaciones del costo, por ejemplo, aplicando respuestas diferentes a los problemas, según sean importantes o secundarios. La cantidad de variación tiende a disminuir a medida que se lleva a cabo más trabajo. A medida que el proyecto se acerca a su conclusión, las variaciones más grandes permitidas al inicio del mismo pueden reducirse.

Además de tener la gestión de proyecto, aspecto este que no se describe porque ya se encuentra descrito anteriormente.

Como **salidas***:* la estimación de costos (actualizadas), línea base de costo (actualizada), mediciones de rendimiento, conclusión proyectada, cambios solicitados, acciones correctivas recomendadas, activos de los procesos de la organización (actualizados) y el plan de gestión de proyecto (actualizado).

- Mediciones del Rendimiento

Los valores de CV, SV, CPI y SPI calculados para los componentes de la EDT, en especial los paquetes de trabajo y las cuentas de control, se documentan y comunican a los interesados.

- Conclusión Proyectada

Se documenta bien un valor de EAC calculado o bien un valor de EAC proporcionado por la organización ejecutante, y se comunica este valor a los interesados. Se documenta bien un valor de ETC calculado o bien un valor de ETC proporcionado por la organización ejecutante, y se comunica este valor a los interesados.

- Acciones Correctivas Recomendadas

Una acción correctiva es todo aquello que se hace para alinear el rendimiento futuro esperado del proyecto con el plan de gestión del proyecto. Una acción correctiva en el área de gestión de costos con frecuencia implica ajustar los presupuestos para la actividad del cronograma, como por ejemplo, llevar a cabo acciones especiales para equilibrar las variaciones del costo.

- Activos de los Procesos de la Organización (Actualizaciones)

Las lecciones aprendidas se documentan a fin de que pasen a formar parte de las bases de datos históricas tanto del proyecto como de la organización ejecutante. La documentación de las lecciones aprendidas incluye las causas raíz de las variaciones, el razonamiento subyacente a la acción correctiva elegida y otros tipos de lecciones aprendidas a partir del control de costos, de recursos o de la producción de recursos. (Bolles, y otros, 2004).

1.7 Conclusiones Parciales del Capítulo 1

En todo proyecto de software que se desarrolle se debe realizar una buena gestión de proyecto de software, pues esta incluye los procesos y actividades necesarios para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los distintos procesos y actividades de la dirección de proyectos.

Dentro de la gestión de proyectos, se tiene la gestión de costo de proyectos de software que incluye los procesos involucrados en la planificación, estimación, preparación del presupuesto y control de costos de forma que el proyecto se pueda completar dentro del presupuesto aprobado. Esta se ocupa principalmente del costo de los recursos necesarios para completar las actividades del cronograma. Sin embargo, la gestión de los costos del proyecto también debería considerar el efecto de las decisiones del proyecto sobre los costos del uso, mantenimiento y soporte del producto, servicio o resultado del proyecto.

Para llevar a cabo una buena gestión de costo, se deben desarrollar cuatro procesos fundamentales para obtener un buen resultado, estos procesos son: estimación de costo, análisis de la factibilidad, preparación del presupuesto de costo y control de costo. Estos procesos interactúan entre sí y también con los procesos de las demás áreas de conocimiento, como gestión de tiempo, gestión de la calidad, gestión de riesgos y gestión de la comunicación.

Capítulo 2: Propuesta de Modelo para la Gestión de Costo

2.1 Introducción

Este capítulo se apoyará en la teoría estudiada en el capítulo anterior, para poder desarrollar un modelo de los cuatro procesos que describe la gestión de costos de los proyectos de software, adaptándolo a las necesidades de la Universidad, teniendo en cuenta que esta no se dedica netamente a la docencia, sino que vincula docencia–producción, motivo por el cual estos procesos son adaptados a la misma, ya que ellos se asocian a una empresa dedicada completamente a la producción y no con las característica de la Universidad, por lo que se hace necesario realizar este modelo para satisfacer las necesidades de la Universidad.

2.2 Modelo para la Estimación de Costo de un proyecto de software nacional para la UCI.

Para la estimación de costo de un proyecto de software se debe realizar un estudio detallado de las condiciones del mercado que presenta el software que se quiere desarrollar, además se debe tener en cuenta si existe información histórica, o archivos del proyecto para ayudar a la realización de las estimaciones de costo.

En la Universidad no existe una plantilla estándar para la realización de la estimación de costo por lo que se proponen los siguientes aspectos para dar solución a la misma.

2.2.1 Estudio del Tipo y Tamaño del Proyecto a desarrollar.

Para comenzar la estimación de costo de un proyecto de software lo primero que debe hacerse es analizar el tipo de proyecto que se quiere desarrollar, los cuales pueden ser:

- Proyecto de investigación y desarrollo

Cuando existe una situación problemática que está afectando la vida económica o social de una institución, una comunidad, un territorio o un país que su solución es de interés para los implicados en la misma y que sea producto de un desconocimiento, que refleja una contradicción entre la teoría y la práctica; se hace necesario realizar una investigación

científica para encontrar la solución, haciendo un aporte al conocimiento llegando a desarrollar una tecnología un producto o un proceso.

- Proyecto de innovación:

Proyecto dirigido a mejorar un producto, un servicio, un proceso, un sistema u otro resultado obtenido en la fase de desarrollo, con el objetivo de introducirlo en el mercado o en una aplicación social o medio ambiental.

Cuando se ha desarrollado una tecnología, un producto, un proceso, un sistema o una modificación o cualquiera de ellas, que mejore la gestión de la organización, se hace necesario la elaboración de un proyecto para planificar y ejecutar su introducción en la práctica social.

- Proyecto para la ejecución de una inversión

Para realizar una inversión se hace necesario elaborar un proyecto donde se fundamente la misma, se haga su valoración económica, se identifiquen los recursos necesarios y se aporte una herramienta para controlar su ejecución.

- Proyecto de servicio científico – técnico

Los proyectos de servicio científico – técnicos se elaboran para la prestación de servicios de consultorías e información y para el apoyo a la selección y negociación de tecnologías, generalmente vinculadas a investigaciones, innovaciones y nuevas inversiones.

- Proyecto de formación de recursos humanos

Los proyectos de formación de recursos humanos están dirigidos a la formación, capacitación de profesionales y técnicos para asegurar el desarrollo científico técnico de las diferentes áreas del conocimiento. (León, 2005).

Luego debe verse el tamaño del proyecto, para tener una medida más exacta de la producción cuantificable del proyecto. El tamaño del proyecto puede ser:

- Proyectos pequeños: consisten solamente en implementación. No tiene costos indirectos importantes.
- Proyectos medianos: es un caso intermedio entre los proyectos pequeños y los grandes.

- Proyectos grandes: poseen implementación, pero hay más cosas. Poseen gerencia de proyecto, control de calidad, capacitación del personal, hay un plan de mantenimiento y hay documentación importante para su uso interno y externo. (Grompone, 2000).

2.2.2 Estudio de Condiciones del Mercado

Lo segundo que se debe realizar para la estimación de costo es un estudio las condiciones del mercado del software que se quiere desarrollar, para esto deben medirse los siguientes aspectos:

- Qué productos similares a este están disponibles en el mercado.
- Qué servicios y resultados están disponibles.
- Quién los tiene, en qué términos y condiciones.
- Y el precio de esos productos.

2.2.3 Realizar la Planificación del Proyecto.

El tercer paso que debe realizarse para la estimación de costo es la planificación del proyecto, con el objetivo de proporcionar un marco de trabajo que permita al gestor hacer estimaciones razonables de recursos, costo de las actividades y planificación temporal. Estas estimaciones se hacen dentro de un marco de tiempo limitado al comienzo de un proyecto de software, y deberían actualizarse regularmente a medida que progresa el proyecto.

La primera actividad de la planificación de proyecto es determinar el ámbito del software, el cual describe el control y los datos a procesar, la función, el rendimiento, las restricciones, las interfaces y la fiabilidad. Se evalúan las funciones descritas en la declaración del ámbito, y en algunos casos se refinan para dar más detalles antes del comienzo de la estimación. Dado que las estimaciones del costo y la planificación temporal están orientadas a la función, muchas veces es útil llegar a un cierto grado de descomposición**.** Las consideraciones de rendimiento abarcan los requisitos de tiempo de respuestas y de procesamineto. Las restricciones identifican los límites del software originados por el hardware externo, por la memoria disponible y por otros sistemas existentes.

La segunda actividad de la planificación de proyecto es la estimación de los recursos requeridos para acometer el esfuerzo de desarrollo del software (recursos humanos, recursos de software reutilizable y recursos de entorno).

En la figura 4 se ilustran los recursos de desarrollo del software en forma de pirámide.

En la base de la pirámide de recursos se encuentra el **entorno de desarrollo** que son las herramientas de hardware y software que proporcionan la infraestructura de soporte al esfuerzo de desarrollo. En un nivel más alto se encuentran los **componentes de software reutilizables** que son los bloques de software que pueden reducir drásticamente los costos de desarrollo y acelerar la entrega. En la parte más alta de la pirámide está el recurso primario el personal.

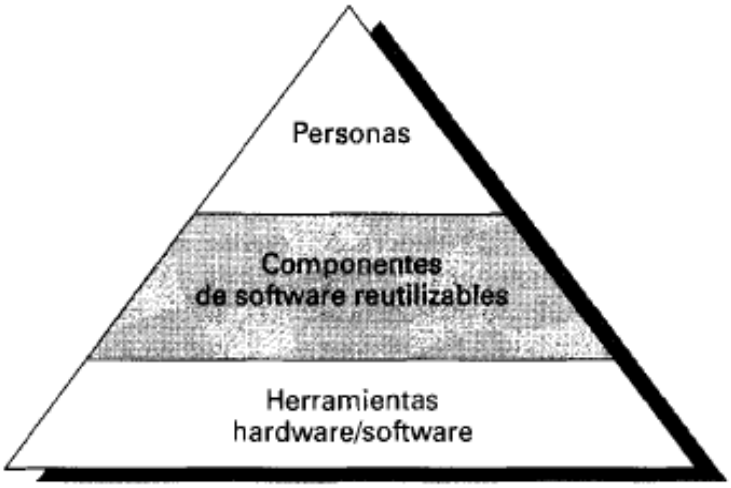

Figura 4: Recursos del proyecto.

Cada recurso queda especificado mediante cuatro características:

- Descripción del recurso.
- Informe de disponibilidad.
- Fecha cronológica en la que se requiere el recurso.
- Tiempo durante el que será aplicado el recurso.

La tercera y última actividad de la planificación de proyectos es la estimación del proyecto de software, la cual es una forma de resolución de problemas y, en la mayoría de los casos, el problema a resolver (es decir, desarrollar estimaciones de costo y de esfuerzo para un proyecto de software) es demasiado complejo para considerarlo como un todo. Por esta razón, se descompone el problema, volviéndolo a definir como un conjunto de pequeños problemas (esperando que sean más manejables), estas descomposiciones se realizan desde dos puntos de vistas en: la descomposición del problema y la descomposición del proceso. La estimación hace uso de una o ambas formas de particionamiento.

La precisión de una estimación del proyecto de software se predice basándose en una serie de aspectos:

1. El grado en el que el planificador ha estimado adecuadamente el tamaño del producto a construir.
2. La habilidad para traducir la estimación del tamaño en esfuerzo humano, tiempo y dinero (una función de la disponibilidad de métricas fiables de software de proyectos anteriores).
3. El grado en el que el plan del proyecto refleja las habilidades del equipo de software.
4. La estabilidad de los requisitos del software y el entorno que soporta el esfuerzo de la ingeniería del software. (Pressman, 2005).

2.2.4 Propuesta de Ficha de Presupuesto.

En la Ficha de Presupuesto se incluye el costo de los recursos empleados en el trabajo del proyecto como: recursos físicos, talento humano, servicios técnicos, bibliografía, equipos y demás recursos a financiar.

PRESUPUESTO GLOBAL DEL TRABAJO DEL PROYECTO			
Recursos	**Fuentes**	**Costo**	**TOTAL**

		Estudiantes	**Profesores**	**Otros**	**Total ($)**	
Personal	Cantidad					
	Descripción					
Material y suministros para el desarrollo del proyecto	Cantidad					
	Descripción					
Bibliografía utilizada	Cantidad					
	Descripción					
Otros: Energía a consumir, costos por gasto en transporte, logística (excluyendo los materiales puestos arriba)	Cantidad					
	Descripción					
TOTAL						

Tabla 1: Propuesta de Ficha de Presupuesto.

Para poder tener una descripción más detallada de cada uno de los campos que componen la Ficha de Presupuesto se proponen las siguientes tablas:

Descripción de valores monetarios que se invierten en estudiantes:

DESCRIPCIÓN DE VALORES MONETARIOS DE ESTUDIANTES				
Nombre de Estudiante	**Función en el trabajo**	**Dedicación horas/semanas**	**Estipendio Mensual ($)**	**Estipendio Anual ($)** [1]
TOTAL				

Tabla 2: Descripción de valores monetarios que se invierten en estudiantes.

Para profesores:

DESCRIPCIÓN DE VALORES MONETARIOS DE PROFESORES				
Nombre de Profesor	**Función en el trabajo**	**Dedicación horas/semanas**	**Salario Mensual ($)**	**Salario Anual ($)** [2]
TOTAL				

Tabla 3: Descripción de valores monetarios que se invierten en profesores.

Para otros: que pueden ser por ejemplo un diseñador que este ayudando al trabajo en el proyecto, pero que no pertenezca como tal al mismo.

DESCRIPCIÓN DE VALORES MONETARIOS DE OTROS				
Nombre de Otros	**Función en el**	**Dedicación**	**Salario**	**Salario**

[1] El año se medirá solo para 10 meses, porque los otros 2 son de vacaciones.
[2] El año se medirá solo para 10 meses, porque los otros 2 son de vacaciones.

	trabajo	horas/semanas	Mensual ($)	Anual ($) [3]
TOTAL				

Tabla 4: Descripción de valores monetarios que se invierten en Otros.

Para la descripción de materiales y suministros se propone:

DESCRIPCIÓN DE MATERIALES Y SUMINISTROS				
Material	**Fuentes**			**Costo del Material (dólares, euros, yen, etc.)**
	Estudiantes	**Profesores**	**Otros**	
TOTAL				

Tabla 5: Descripción de materiales y suministros para el desarrollo del proyecto.

Para la descripción de la bibliografía utilizada en el proyecto se propone:

DESCRIPCIÓN DE LA BIBLIOGRAFIA UTILIZADA	
Descripción de Bibliografía	**Costo de la bibliografía (dólares, euros, yen, etc.)**

[3] El año se medirá solo para 10 meses, porque los otros 2 son de vacaciones

TOTAL	

Tabla 6: Descripción y costo de la bibliografía utilizada en el proyecto.

Con el desarrollo de estas tablas se logra una mejor descripción y organización del trabajo desarrollado para obtener como resultado una estimación mucho más probable de todo el gasto y toda la inversión en que ha incurrido el proyecto en cuanto a recursos materiales y humanos.

2.2.5 Propuesta de Herramientas y técnicas para la estimación de costos.

A continuación se proponen una serie de herramientas y técnicas para la realización de la estimación de costo adecuándose a las necesidades de la Universidad.

Para llevar a cabo la planificación de todo proyecto es necesario tener en cuenta aspectos como las herramientas y los modelos de control para poder decidir con cual se va a trabajar en el proyecto:

Para esto se propone como herramienta de planificación que se utilicen las herramientas **DotProjectt**, la cual es una aplicación basada en web que está programada en PHP y utiliza MySQL como base de datos. Sirve para solucionar problemas de gestión de proyectos. Actualmente, esta herramienta presume de ser una aplicación en expansión y que aporta muchas características nuevas continuamente. (Deverttua, 2000).

La otra herramienta que se propone es **Track**, la cual presenta una arquitectura cliente-servidor y utiliza Microsoft SQL-Server 7 o superior como motor de las bases de datos, presenta una gran escalabilidad, ya que el sistema puede crecer y adaptarse a las necesidades de manejo de información del proyecto, tanto ampliando la potencia de proceso del servidor (procesador más potente, equipos multiprocesador, etc.) como aumentando el número de servidores repartiéndose la carga de trabajo entre ellos. También tiene una alta disponibilidad, pues se pueden diseñar instalaciones con varios servidores SQL trabajando sobre bases de datos separadas pero sincronizadas entre sí. (Cif, 2006).

Las principales ventajas que presentan estas dos herramientas propuestas es que son código abierto y por tanto es posible adaptar sus funcionalidades al propio entorno en que se trabaja

e implementar características ausentes, con el único requisito de registrar esos cambios como una nueva versión y compartirlos con la comunidad de Software Libre, que cada día gana en adeptos. Es además gratuito para cualquier propósito (esta característica es muy importante teniendo en cuenta lo encarecidas que son las herramientas de gestión de proyectos comerciales) y la gran tarea que presenta la Universidad de migrar a software libre motivo por el cual se proponen estas herramientas. Quedando como decisión del equipo de trabajo del proyecto cual utilizar, en dependencia de cual de las dos conozcan mejor y se encuentren más familiarizados.

Como modelo de control de planificación se propone utilizar el **Diagrama de Gantt**, ya que es una de las formas más extendidas y quizá útiles en la planificación de software porque es uno de los diagramas que permite de una forma muy simple, darle seguimiento a un proyecto e incluso gestionar y controlar los atrasos. Es una representación gráfica de 2 ejes, que simulan una gran letra L, en el eje horizontal se representa el tiempo y en el eje vertical se representan las tareas a realizar. Al estar las tareas tan fácilmente distribuidas es muy simple observar su comportamiento en un tiempo definido, resalta el camino crítico, o sea, aquellas tareas que deciden si el proyecto se podría completar dentro del periodo de tiempo establecido o no. (Romero, 2008).

En la Universidad se trabaja con varias metodologías de desarrollo, de acuerdo a las comodidades del equipo de desarrollo y con la cual el personal se sienta más familiarizado. En este trabajo se propone utilizar como lenguaje de modelado **UML** ya que es un lenguaje de representación visual que se ha diseñado realizando combinaciones de una gran cantidad de estándares, más bien regido a través de tres metodologías, y que gracias a la iniciativa de sus tres creadores James Rumbaugh, Grady Booch e Ivar Jacobson, tiene un diseño completo desde sus inicios. Además permite modelar sistemas con tecnología orientada a objetos para visualizar, especificar, construir y documentar los artefactos de un sistema que involucra una gran cantidad de software. (Rumbaugh, y otros, 2000).

Como herramienta de modelado para esta metodología se debe trabajar con **Visual Paradigm**, ya que es una poderosa herramienta CASE de modelación visual que ayuda a construir aplicaciones rápidamente. Es muy sencillo de usar, fácil de instalar y actualizar, aparte de que genera código para varios lenguajes. Además de ser una herramienta de

software libre, que es precisamente lo que se necesita para el desarrollo de proyectos en la Universidad. (Caballero, 2000).

La propuesta de estas herramientas se hace basándose en un estudio que desarrolló el proyecto UNICORNIOS, el cual tiene como objetivo brindar servicios especializados para la migración a software libre.

En este trabajo se proponen varias técnicas como la Estimación Ascendente, la técnica de Puntos de Función y la técnica de COCOMO II, para realizar la estimación de costo de los proyectos de software, quedando como decisión a tomar por el Jefe de Proyecto, la técnica con la que el equipo de desarrollo se encuentre más familiarizado, y siempre teniendo en cuenta que al menos debe estimarse por dos técnicas diferentes, para poder establecer comparaciones entre los resultados.

A continuación se describe brevemente cada una de las técnicas propuestas:

La **Estimación Ascendente**, analiza desde el detalle, se descompone en tareas, las cuales se estiman unitariamente y se suman para obtener el costo total. Esta técnica estima el costo de paquetes individuales o de actividades individuales del cronograma de trabajo del proyecto desde el nivel más bajo de detalles.

Los **Puntos de Función** tienen como propósito medir el software cualificando la funcionalidad que proporciona externamente, basándose en el diseño lógico del sistema.

Los objetivos de esta técnica son:

- Medir lo que el usuario pide y lo que el usuario recibe.
- Medir la tecnología utilizada en la implantación del sistema.
- Proporcionar una métrica de tamaño que de soporte al análisis de la calidad y la productividad.
- Proporcionar un medio para la estimación del software.
- Proporcionar un factor de normalización para la comparación de distintos software.

El análisis de los Puntos de Función se desarrolla considerando cinco parámetros básicos externos del sistema:

1. Entradas internas (EI, del inglés External Input).
2. Salidas Externas (EO, del inglés External Output).
3. Consultas Externas (EQ, del inglés External Query).
4. Ficheros Lógicos Internos (ILF, del inglés Internal Logic File).
5. Ficheros Lógicos Externos (EIF, del inglés External Interface File).

Con estos parámetros, se determinan los puntos de función sin ajustar (PFSA). A este valor, se le aplica un Factor de Ajuste obtenido en base a unas valoraciones subjetivas sobre la aplicación y su entorno, o sea, las características generales del sistema.

La técnica de **COCOMO II**, es uno de los modelos de estimación de costos mejor documentados y utilizados. El modelo permite determinar el esfuerzo y tiempo que se requiere en un proyecto de software a partir de una medida del tamaño del mismo expresada en el número de líneas de código que se estimen generar para la creación del producto software.

Debido a la complejidad de los proyectos de software, el modelo original fue modificado, denominándose al modelo actual COCOMO II. El nuevo modelo permite determinar el esfuerzo y tiempo de un proyecto de software a partir de los puntos de función sin ajustar, lo cual supone una gran ventaja, dado que en la mayoría de los casos es difícil determinar el número de líneas de código de que constará un nuevo desarrollo, en especial cuando se tiene poca o ninguna experiencia previa en proyectos de software. Esto hace que ambos modelos, Puntos de Función y COCOMO II sean perfectamente compatibles y complementarios. (Portillo, y otros, 2002).

Es importante destacar que estas técnicas dan un estimado en tiempo, y lo que se quiere es estimar el costo, por lo que a partir de los resultados que se obtengan de ellas, se llevarán a un costo monetario mediante la tabla que se propone como ficha de presupuesto, donde se realiza una descripción de los gastos globales del proyecto.

2.2.6 Otros aspectos para la estimación de costos de un proyecto.

Otros aspectos que deben tenerse en cuenta para la estimación de costo de un proyecto de software son:

- Se debe trabajar con una EDT acorde a las espectativas del proyecto, por ejemplo si el proyecto a desarrollar es pequeño no habría necesidad de descomponerse en otros módulos, no siendo así en caso de que el proyecto a desarrollar fuese grande, donde habría que dividir el proyecto en módulos más pequeños para un desarrollo con mayor calidad y éxito.
- Otros factores que deben influir a la hora de estimar el costo de un proyecto, son los riesgos, ya que estos pueden afectar al proyecto y que en caso de que ocurran, provocarán grandes desfalcos en los costos del proyecto que se está desarrollando.
- Debe realizarse una adecuada gestión de información de respaldo de la estimación de costos de las actividades del cronograma del proyecto, en cuanto a la cantidad y el tipo de información adicional que respaldan la estimación de costo, ya que estas varían por áreas de aplicación.
- Y además deben tenerse en cuenta los cambios solicitados, ya que el proceso de estimación de costo puede generar cambios, y estos pueden afectar al plan de gestión de costo, a los requisitos de recursos de las actividades y a otros componentes del plan de gestión de proyectos.

2.3 Modelo para el Análisis de factibilidad de un proyecto de software nacional para la UCI.

Después de realizada la estimación de costo de un proyecto de software, se debe proceder a desarrollar el análisis de factibilidad del mismo, para definir de una manera exacta y concisa la decisión de si será viable o no ejecutar el desarrollo del proyecto, esta decisión estaría en dependencia de los resultados que se obtengan en el análisis de factibilidad.

En este punto se proponen una serie de pasos a desarrollar para poder lograr un buen análisis de factibilidad, donde se explica detalladamente los aspectos fundamentales que se deben tener en cuenta cuando se está realizando dicho análisis.

2.3.1 Estudio de Factibilidad Técnica.

El primer paso que se propone para llevar a cabo un análisis de factibilidad es el estudio de la factibilidad técnica, ya que mediante esta se realiza una evaluación de la tecnología existente en la Universidad y de esa manera se puede ver si esta tecnología satisface las demandas del proyecto.

Para la realización de este estudio técnico es de vital importancia considerar una serie de puntos críticos que darán los elementos suficientes para elaborar un plan de producción, de acuerdo con los objetivos que se propone el proyecto, los cuales se describen a continuación:

1. Posibilidades de la tecnología instalada.
2. Herramientas informáticas y licencias disponibles.
3. Proceso de producción.

A continuación se da una breve descripción de cada uno de los elementos mencionados.

Posibilidades de la tecnología instalada

Es necesario hacer un análisis de la tecnología disponible y sus posibilidades de satisfacer las demandas del proyecto propuesto, por lo se deben tener presente dos variantes: primero, si la tecnología que existe en los laboratorios es suficiente para enfrentar el proyecto y segundo, cuando la tecnología disponible no satisface las demandas del proyecto, se debe verificar si existe la oferta en el mercado y si se cuenta con los recursos financieros necesario para su adquisición. Si una de estas dos variantes se cumple se puede asegurar que la tecnología existente es suficiente para enfrentar las demandas del proyecto y se puede comprometer su ejecución.

Herramientas informáticas y licencias disponibles

Disponer de las herramientas de software necesarias y de las licencias para su aplicación es fundamental para contratar la ejecución de un proyecto, es por eso que antes de hacer un compromiso contractual hay que estudiar las herramientas que se necesitan y verificar que se cuenta con sus licencias de explotación y en caso que no existan las herramientas hay que verificar que estén disponibles en el mercado y se cuente con los recursos financieros suficiente para su adquisición.

Proceso de producción

Para organizar el proceso de producción es necesario conocer las características del producto que se quiere obtener, sus requerimientos de calidad, su frecuencia de modificación y grado de maduración de la tecnología disponible para su despliegue. Además de las posibilidades de la tecnología fundamental disponible para su ejecución, teniendo en cuenta el tamaño y complejidad del proyecto, la flexibilidad de los equipos, las licencias de explotación, el flujo de producción, instalaciones auxiliares, forma de producción y las afectaciones medioambientales o a la salud de los desarrolladores. (León, 2005).

Para el estudio de las tecnologías existentes se proponen que se evalúen bajo dos enfoques: hardware y software, para lo cual se establecen las siguientes tablas:

ESTUDIO DEL HARDWARE		
Cantidad	**Nombre**	**Descripción**

Tabla 7: Descripción del hardware

ESTUDIO DEL SOFTWARE		
Cantidad	**Nombre**	**Descripción**

Tabla 8: Descripción del software.

Recursos humanos.

Además de valorar las tecnologías con que se cuenta para el desarrollo del producto es de vital importancia hacer una apropiada selección del personal que trabajará en dicho proyecto, debido a que una selección y preparación adecuada de los recursos humanos que ocuparán los distintos roles dentro de la estructura del proyecto en correspondencia con su complejidad, es fundamental para poder enfrentar la demanda del proyecto en el tiempo previsto y con la calidad requerida, para lo que es necesario hacer una selección apropiada del jefe del proyecto, arquitecto de software, analistas y programadores, donde se tenga en cuenta el dominio que tengan de la tecnología disponible, el tiempo que disponen para dedicar al proyecto, su experiencia en la función que tienen que cumplir y en el uso de las herramientas que será necesario aplicar. (León, 2005).

Para medir la capacitación, nivel y experiencia de los recursos humanos se propone la siguiente tabla:

DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS			
Nombre	**Rol que desempeña**	**Nivel de Capacitación [4]**	**Experiencia de trabajo [5]**

Tabla 9: Descripción de la Capacitación, Nivel y Experiencia de los Recursos Humanos del Proyecto.

[4] El nivel de capacitación se mide por la cantidad de cursos optativos que tengan vencidos cada persona y que tributen al rol que desempeñan, así como por el resultado de las pruebas realizadas para ingresar al proyecto, para lo cual se establece la siguiente valoración:

De 1 a 3: Muy baja. De 4 a 7: Baja. De 8 a 11: Alta. Más de 12: Muy Alta.

[5] La experiencia de trabajo se mide por el tiempo que la persona ha estado vinculada a proyectos productivos y los resultados que posea en los mismos, como publicaciones, premios en eventos científicos, exposiciones u otros aspectos que tributen a resultados satisfactorios para el proyecto, para esto se establece la siguiente valoración:
Menos de 1 año: Baja. De 1 año a 2 años: Media. Más de 2 años: Alta

2.3.2 Estudio de Factibilidad del Mercado.

El segundo paso que se propone es el estudio de factibilidad del mercado, el cual es fundamental para determinar la posible aceptación que tendrá el resultado del proyecto, en la población que lo ha solicitado, por lo que la Universidad debe caracterizar el producto que se obtiene, definir el mercado potencial, conocer las características de los productos competidores, estudiar la oferta y la demanda.

Dentro del estudio de mercado lo primero que debe realizarse es una identificación del producto, para de esta manera poder realizar un análisis de la oferta y la demanda, y poder clasificar al producto como una demanda efectiva y potencial.

Luego de esto, se debe realizar un análisis del consumidor, para poder conocer sus necesidades, que dependen de sus intereses, y seguir el mercado de acuerdo con su ubicación geográfica y tipo de clientes. A continuación de esto se debe desarrollar un análisis de la competencia del producto que se quiere realizar; la información necesaria para llevar a cabo este estudio se obtiene a partir de conocer la estructura del mercado: determinando la identidad de los competidores, la importancia de estar en el mercado, los grandes competidores, los grandes consumidores, cantidad de competidores, activos del competidor, su volumen de ventas, y las bases de la competencia como son la calidad, los precios y los servicios acompañantes.

Y por supuesto si se estudia la competencia del producto, es porque este tiene una demanda, aspecto que también debe ser analizado ya que todas las demandas realizadas a la Universidad, son necesidades que ha presentado el sector empresarial del país, y las cuales han estado dirigidas a garantizar la salud, la vivienda, la educación, la alimentación, las tecnologías necesarias, etc.

Para dar cumplimiento a estos aspectos se propone la siguiente tabla:

ANÁLISIS DEL PRODUCTO					
Producto	**Demanda**	**Oferta**	**Análisis del consumidor**		
			Necesidades	**Ubicación**	**Tipo de**

				Geográfica	**clientes**

Tabla 10: Análisis del Producto a desarrollar.

Después de realizado este análisis del producto como bien se menciona anteriormente se debe desarrollar un análisis de la competencia de este, para lo que se propone la siguiente tabla:

ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA DEL PRODUCTO				
Competidores				**Cantidad de Consumidores**
Nombre	**Cantidad**	**Precio**	**Calidad**	

Tabla 11: Análisis de la competencia del producto.

Otros aspectos a considerar son:

El producto en el mercado.

Se deben tener bien definidas las características del producto que genera el proyecto, para identificar el mercado donde pueda introducirse y la posibilidad de sustituir los productos que compiten, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Producto principal y subproductos: definición exacta del valor de uso del producto a obtener por el proyecto con la información suficiente para identificar la oferta y la demanda.
- Producto sustitutivo o similar: existencias de otros productos que pueden ser sustituidos o son similares a los del proyecto y que compitan en el mercado, y las condiciones en que esa competencia puede o no favorecer al proyecto.
- Productos complementarios: conocer si existen productos que condicionan el consumo del producto del proyecto y caracterizarlo. (León, 2005)

Para lo cual se propone la siguiente tabla:

El PRODUCTO EN EL MERCADO			
Producto principal	**Subproductos**	**Producto sustitutivo o similar**	**Productos complementarios**

Tabla 12: Descripción del producto en el Mercado.

Área de mercado.

El análisis de la oferta y la demanda se debe realizar en un área económica bien definida, que esté caracterizada por los consumidores del producto que genera el proyecto y los elementos que limitan el mercado, para lo que se debe conocer:

- Población: universo de probables consumidores donde se determina la parte de la población que puede ser beneficiada por el proyecto, teniendo en cuenta la tasa de crecimiento, distribución por grupo de edad, etc. de acuerdo con las características del proyecto.
- Ingreso: determinar la situación económica de los consumidores, de acuerdo con la tasa media de crecimiento del ingreso, los estados actuales y los cambios en la distribución.

- Factores de comercialización: evaluar las condiciones que pueden limitar las facilidades de comercialización de los resultados del proyecto, tales como definiciones de infraestructura, régimen de mercado, idiosincrasia de los clientes, restricciones legales, dificultades de acceso, etc. Determinando las posibles variaciones de las mismas. (León, 2005)

Para lo cual se propone la siguiente tabla:

ÁREA DE MERCADO DEL PRODUCTO		
Población	**Ingreso**	**Factores de Comercialización**

Tabla 13: Descripción del área de mercado del producto.

Comportamiento de la oferta.

Hay que conocer realmente el potencial que ofrece el proyecto, lo que dependerá del estudio técnico que se realiza del mismo y de las condiciones de producción de la competencia, para esto se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Situación actual: Estimación de la oferta actual ya sean productos nacionales o importados. Conocimiento de los principales productores, volumen producido, participación en el mercado, capacidad instalada y utilizada, capacidad técnica y administrativa, precios, costo de la producción, calidad y presentación del producto, políticas de venta, créditos y asistencia técnica al cliente, descuento, red de distribución, publicidad y protección al medio.
- Régimen de mercado: conocer el régimen de mercado donde se introducirá el resultado del proyecto, el cual puede ser libre con algunos competidores que dominan un por ciento o monopólico con una ocupación total y siempre tener presente las fortalezas y debilidades de los competidores.

- Situación futura: evaluar las tendencias de la oferta para anticipar los factores que la condicionaran en el futuro, para lo que se debe analizar la capacidad ociosa de los competidores, sus proyectos de ampliación, su sistema económico y medidas de política económica, así como evaluar su oferta futura y la estimación de la oferta futura propia. (León, 2005).

Para lo cual se propone la siguiente tabla:

COMPORTAMIENTO DE LA OFERTA DEL PRODUTO		
Situación Actual de la Oferta	**Régimen de Mercado**	**Situación Futura**

Tabla 14: Comportamiento de la Oferta del Producto.

2.3.3 Estudio dinámico de Factibilidad Económica.

Y como tercer y último paso se propone que se realice el estudio dinámico de factibilidad económica del proyecto, el cual no es más que un análisis que considera los gastos e ingresos valorados a precio de mercado, donde se determina un conjunto de indicadores que valoran las ventajas de realizar la inversión y permite decidir si se arriesgan o no los recursos que se necesitan para ejecutar el proyecto.

El estudio de factibilidad económica permite valorar si es atractivo o no ejecutar el proyecto. Se realiza un análisis dinámico de factibilidad económica en correspondencia con el tipo de proyecto.

Para realizar esta factibilidad económica se debe calcular el flujo de caja, como se muestra a continuación:

Flujo de caja

Se define como el saldo disponible para pagar a los accionistas y para cubrir el servicio de la deuda (intereses de la deuda + principal de la deuda) de la empresa, después de descontar las inversiones realizadas en activos fijos y en necesidades operativas de fondos (NOF).

Para realizar este trabajo es necesario auxiliarse de la siguiente tabla:

Ventas
- Coste de las ventas
- Gastos generales

= Margen operativo bruto (BAAIT)
- Amortización (*)

= Beneficio antes de impuestos e intereses (BAIT)
- Impuestos

= Beneficio neto (BDT) (antes de intereses)
+ Amortización (*)
- Inversión en A. fijos
- Inversión en NOF (**)

= Flujo de Caja (FC)

Donde:

(*): La amortización se resta inicialmente debido a la depreciación que sufre con el tiempo la inversión en inmovilizado (equipos, materiales...), por lo tanto debe recogerse anualmente como un costo a descontar de los beneficios antes de calcular los impuestos que se deben pagar. Pero para calcular el flujo de caja se vuelve a sumar de nuevo, ya que ese gasto no sale en realidad de caja.

(**): Necesidades operativas de fondos (NOF) = Caja + Clientes + Existencias – Proveedores (Mofinet, 2000-2002)

Conociendo el flujo de caja para todos los años de vida útil de la inversión es posible determinar los indicadores económicos que integran el estudio de factibilidad económica. Y después de esto se debe calcular la tasa de relación de beneficio / costo:

Tasa de eficiencia (Te) o relación beneficio / costo

$$\text{Te} = {}^{FC}/_{I}$$

FC= resultado del flujo de caja.

I = costo de la inversión.

Tn= Tasa de eficiencia normativa del país.

Si TE ≥ Tn se acepta el proyecto.

Después se debe calcular el período de recuperación, mediante la siguiente fórmula:

Período de recuperación

$$\text{Pr} = {}^{I}/_{Te}$$

De acuerdo con el tiempo de recuperación obtenido se puede aceptar o no la inversión.

En todos estos indicadores que se han analizado no se tienen en cuenta la variación del valor del dinero con el tiempo, pero para dar solución a esto se calcula el valor actual neto (VAN).

Nota: Es importante señalar que se puede elegir uno de los dos criterios que se explican a continuación, pues ambos son criterios de selección, los cuales tiene en cuenta el flujo de caja, pero se recomienda que se realicen los dos ya que la TIR suele usarse como complementario al VAN.

Valor actual neto (VAN)

El VAN, consiste en actualizar a valor presente los flujos de caja futuros que va a generar el proyecto, descontados a un cierto tipo de interés ("la tasa de descuento"), y compararlos con el importe inicial de la inversión. Como tasa de descuento se utiliza normalmente el costo promedio ponderado del capital (cppc) de la empresa que hace la inversión

$$VAN = -A + [FC_1 \,/\, (1+r)^1 + [FC_2 \,/\, (1+r)^2\,] + \cdots + [FC_n \,/\, (1+r)^n\,]$$

Donde:

A = es el desembolso inicial.

FC = es el flujos de caja.

n = número de años (1,2,..., n).

r = tipo de interés ("la tasa de descuento").

$^{1}/_{(1+r)^{n}}$: Factor de descuento para ese tipo de interés y ese número de años.

Si VAN> 0: El proyecto es rentable.

Si VAN< 0: El proyecto no es rentable. (Mofinet, 2000-2002)

A la hora de elegir entre dos proyectos, se elegirá aquel que tenga el mayor VAN. Este método se considera el más apropiado a la hora de analizar la rentabilidad de un proyecto.

En todos estos casos se supone que la tasa de rentabilidad es la misma todos los años.

Tasa interna de rentabilidad (TIR)

La tasa interna de rentabilidad es el rendimiento de la inversión y se define como el valor de la tasa de rentabilidad que se corresponde con el valor actual neto igual a cero.

Se define como la tasa de descuento o tipo de interés que iguala el VAN a cero.

$$\boldsymbol{VAN = -A + [FC_1 \,/\, (1+r)^1 + [FC_2 \,/\, (1+r)^2\,] + \cdots + [FC_n \,/\, (1+r)^n\,] = 0}$$

Donde:

FC = es el flujo de caja.

n = número de años (1, 2,…5,..n).

r = tipo de interés (según la tasa de descuento).

$^{1}/_{(1+r)^{n}}$: Factor de descuento para ese tipo de interés y número de años. (Mofinet, 2000-2002)

Si TIR> tasa de descuento (r): El proyecto es aceptable.

Si TIR< tasa de descuento (r): El proyecto no es aceptable.

Este método presenta más dificultades y es menos fiable que el anterior, por eso suele usarse como complementario al VAN.

Tanto el VAN como la TIR ofrecen en condiciones normales soluciones consistentes para aceptar o rechazar un proyecto, pues si el valor actual es positivo, su tasa interna de rentabilidad será superior al costo de los flujos de caja y viceversa.

2.4 Modelo para la Preparación del Presupuesto de Costo de un proyecto de software nacional para la UCI.

Luego de realizada la estimación de costo del proyecto y el análisis de factibilidad del mismo, se debe de realizar un modelo que permita llevar un control sobre el presupuesto de costo destinado para el proyecto para de esta forma saber si realmente se está cumpliendo con el costo estimado.

En el punto de estimación de costo se propone que se realice la planificación del mismo, por lo tanto para dar comienzo a la preparación del presupuesto de costo se deben basar en la fecha de inicio y fin de cada una de las actividades propuestas en el cronograma de trabajo del proyecto, previamente definidas por el planificador.

2.4.1 Realizar un Cronograma de las Actividades a Desarrollar por el Proyecto.

El primer paso que se propone para la preparación del presupuesto de costo del proyecto es realizar un cronograma de las actividades a desarrollar por el proyecto, las cuales deben incluir las fechas de inicio y fin planeadas de cada una de las actividades del cronograma de trabajo y los costos correspondientes a cada una de ellas. Las actividades se pueden agrupar por fases para tener una medida global del proyecto, pero se recomienda se desarrolle por hitos que va a transitar el software (Ceria, 2007).Para conocer el costo de la actividad se debe de sumar el costo de todo material, recurso humano, bibliografía, o sea todo recurso tanto material como humano, que se precisó para poder realizar la actividad.

Para esto se propone la siguiente tabla:

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO			
Actividad	**Fecha Inicio**	**Fecha Fin**	**Costo de la Actividad.**
Total			

Tabla 15: Cronograma de costo de las actividades del proyecto

2.4.2 Analizar la Disponibilidad de Recursos.

En el segundo paso se debe realizar un análisis de la disponibilidad de los recursos que se tiene en el proyecto tanto materiales como los de la mano de obra, para que de esta manera se puedan controlar a través de un calendario las fechas de disponibilidad de los recursos, en caso de que el proyecto sufra algunos cambios con los mismos y así poder saber el costo que tiene la utilización de estos recursos.

Por lo que se propone la siguiente tabla de disponibilidad de recursos.

DISPONIBILIDAD DE RECURSOS DEL PROYECTO					
Nombre del Recurso	**Descripción del Recurso Material/Humano**	**Descripción de la Actividad**	**Cantidad de Recursos a Utilizar**	**Fecha de Disponibilidad del Recurso**	**Costo del Recurso**

Tabla 16: Calendario de Control de Costo de los Recursos del Proyecto.

2.4.3 Línea base de costos.

El tercer paso que se propone es desarrollar la línea base de costo. Para la realización de esta línea base de costo es necesario tener bien definido los hitos por los que transcurrirá el software y el presupuesto destinado para dar cumplimiento a cada uno de ellos. Además se debe de tener bien claro cuales son los paquetes de trabajo propuestos por la EDT y el calendario del proyecto.

Con esta línea base de costo se tendrá gráficamente los costos estimados para cada período de desarrollo. Se puede construir una línea base de costo para cada categoría de costo (personal, servicios, etc.) o para un recurso individual. Constituirá el presupuesto referencial donde se medirá y monitoreará el desempeño de los costos del proyecto.

La línea base de costo es un gráfico conformado por dos ejes, X y Y. Donde el eje X tendrá el tiempo de duración del proyecto subdividido por cada tarea que se llevará a cabo y el eje Y

tendrá el costo acumulado de cada una de esas actividades. La línea discontinua en forma de ´S´ tendrá el valor del flujo de caja esperado y la línea continua en forma de ´S´ la línea base de costo del proyecto, como se muestra en la figura 5 (Esterkin, 2007).

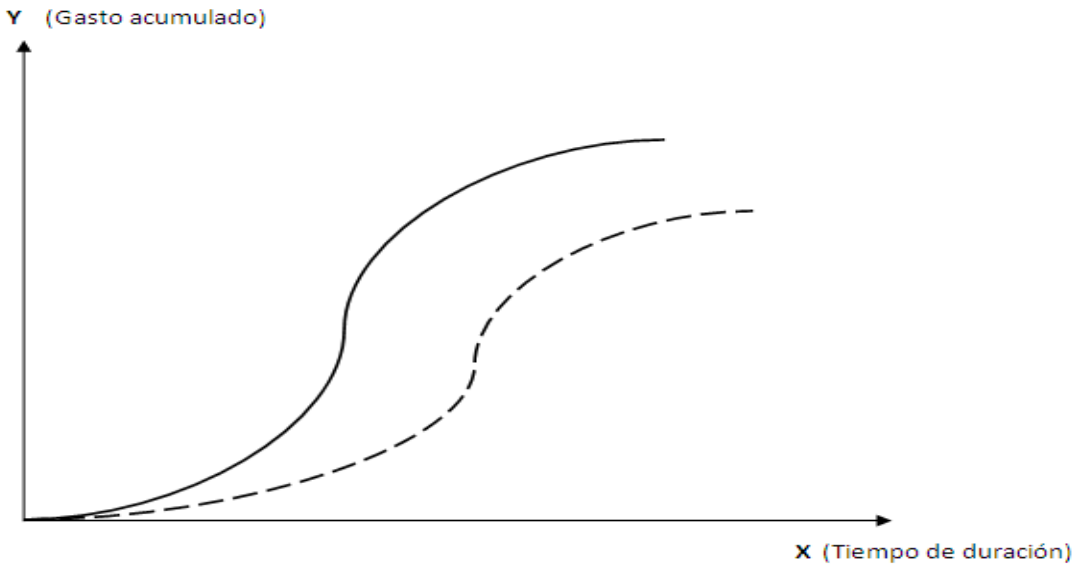

Figura 5: Gráfica de Flujo de Caja y Línea Base de Costo.

2.4.4 Reporte de Desempeño de Costos.

El último paso que se propone es realizar el reporte de desempeño de costos. Para realizar este paso es necesario haber definido una línea base de costo estable, pues esta es la que tendrá el valor del presupuesto acordado y el tiempo para cada actividad que se debe desarrollar.

Es un reporte que se prepara a medida que avanza el proyecto (cada semana, cada dos semanas, un mes) que describe lo gastado realmente contra lo que estaba presupuestado gastar a una fecha determinada.

Generalmente contiene un gráfico con dos curvas, una que representa los gastos presupuestados y otra los gastos reales, en donde el eje X representa tiempo y el eje Y representa dinero (López, 2005).

Además de este gráfico se debe de realizar nuevamente el punto 2.2.4: Propuesta de ficha de presupuesto, pero no se debe de realizar de forma general del proyecto sino que se debe de llenar con los datos reales que hasta el momento se han utilizado en el desarrollo del

software, para así saber si lo que se esta invirtiendo en el desarrollo del producto se encuentra dentro de lo estimado.

Una vez concluidos estos pasos se debe de llenar los datos de la siguiente tabla:

PRESUPUESTO DE COSTOS							
Código de identificación de la actividad	**Descripción de la actividad**	**Costo ($)**	**Incremento del costo**	**Costo total ($)**	**Costo de la línea base**	**Costo actual ($)**	**Variación**
Total							

Tabla 17: Presupuesto de Costo.

A continuación se describen cada uno de los campos correspondientes a la tabla anterior.

Código de identificación de la actividad: Se debe de escribir un código que identifique la actividad a la que se le esta realizando el presupuesto de costo.

Descripción de la actividad: Breve descripción de la actividad.

Costo: Valor del costo fijo de la actividad.

Incremento del costo: Valor de incremento del costo fijo si lo hay.

Costo total: Cálculo del costo total, es la suma del costo + incremento del costo.

Costo de la línea base: Costo de la línea base es la suma de los costos estimados por periodo.

Costo actual: Valor del costo actual de la actividad.

Variación: Cálculo de la diferencia en porciento del costo total y el costo actual (Molina, 2005).

Con esta tabla se tendrá un total del costo del proyecto hasta el momento en que se haga, y se podrá realizar una comparación con lo que se debería de haber invertido y lo que realmente se esta invirtiendo, para así poder saber si se esta trabajando sobre el presupuesto medio acordado para la fecha en que se realiza la actividad.

2.5 Modelo para el Control de Costo de un proyecto de software nacional para la UCI.

Una vez finalizados los tres pasos anteriores se debe pasar a realizar un modelo que permita llevar un control sobre los costos del proyecto. Con este modelo se podrá saber si todo el presupuesto destinado para una actividad fue utilizado o no. Además se llevara un control sobre todo aquel presupuesto que no se halla cumplido.

Para tener un control de costo adecuado es necesario que los cambios pertinentes realizados queden con precisión en la línea base de costo, además los posibles sobrecostos no deben de exceder la financiación propuesta, no se deben de incluir cambios incorrectos, inadecuados o no aprobados pues se tendría una línea base de costo errónea. Todo cambio realizado debe ser informado a las partes interesadas y por último se debe de llevar un seguimiento sobre el rendimiento del costo para poder detectar y entender las posibles variaciones en la línea base de costo.

Los pasos necesarios para desarrollar un correcto control de los costos son: el análisis de la medición del rendimiento, así como actualizar la línea base de costos, el plan de costos y las estimaciones de costos de ser necesario.

2.5.1 Análisis de la medición del rendimiento.

Para realizar el análisis de medición del rendimiento se propone desarrollar la técnica de administración del valor ganado (AVG), la cual es una técnica de medida de desempeño del proyecto que integra alcance, tiempo y costos. Se puede aplicar una vez se tenga la línea base de costo, pues así se sabrá cuan bien el proyecto logra sus metas. Además toda la información del proyecto debe de estar lo más actualizada posible, ya que del nivel de actualización de está depende la efectividad de la técnica.

Para desarrollar esta técnica se deben desarrollar los siguientes aspectos:

Valores:

Valor planificado (PV): es el costo presupuestado del trabajo programado para ser completado por una actividad durante un periodo dado.

Costo real (AC): es el total de costos directos e indirectos incurrido en realizar el trabajo de una actividad durante un período dado

El valor ganado (EV): es una estimación del valor del trabajo físico actualmente completado. Nunca debe ser negativo pues indica que el costo del proyecto esta siendo mayor que el presupuesto o tiempo estimados (Díaz, 2007).

Variaciones:

Variación de costos (CV): $CV = EV - AC$

Al final del proyecto es la diferencia entre lo presupuestado hasta la conclusión y lo realmente gastado.

Variación del cronograma (SV): $SV = EV - PV$

Al final del proyecto es cero, por que ya se habrán ganado todos los valores planificados.

Índices:

Índice de rendimiento de costos (CPI): $CPI = {EV}/{AC}$

CPI < 1: sobrecostos con respecto a lo estimado.

CPI > 1: costo inferior a lo estimado.

CPI acumulativo (CPI^C): $CPI^c = {EV^c}/{AV^c}$

Se usa para predecir los costos del proyecto hasta su conclusión.

Índice de rendimiento del cronograma (SPI): $\mathrm{SPI} = {\mathrm{EV}}/{\mathrm{PV}}$

Se usa para predecir la fecha de conclusión del proyecto.

Presupuesto hasta la conclusión (BAC) = PV acumulativo total a la conclusión de una actividad del cronograma, paquete de trabajo, cuenta de control u otro componente de la EDT.

Estimación hasta la conclusión (ETC). La estimación para concluir el trabajo restante correspondiente a una actividad del cronograma, paquete de trabajo o cuenta de control (ETC). $ETC = BAC - EV^c$

Estimación a la conclusión (EAC). La cantidad de trabajo necesario para completar las actividades del cronograma (EAC). $EAC = AC^c + BAC - EV$ (Anónimo, 2007)

Al concluir este paso se debe de llenar los datos de la siguiente tabla:

VALOR GANADO											
Código de identificación de la actividad	**Descripción de la actividad**	**PV**	**AC**	**EV**	**CV**	**SV**	**CPI**	**SPI**	**BAC**	**ETC**	**EAC**
Total											

Tabla 18: Valor ganado por actividad.

Código de identificación de la actividad: Se debe de escribir un código que identifique la actividad a la que se le esta realizando el presupuesto de costo.

Descripción de la actividad: Breve descripción de la actividad.

Luego de concluido este paso se debe de actualizar la línea base de costos, el plan de costos y las estimaciones de costos de ser necesario.

2.6 Conclusiones Parciales del Capítulo 2

En un proyecto de software la gestión del costo es de suma importancia pues se debe de asegurar que el proyecto se pueda completar dentro del presupuesto aprobado, por lo que se debe de conocer y manejar los procesos involucrados en la planificación, estimación del presupuesto y control de costos.

Hoy en día constituye un problema alcanzar niveles de costos mínimos y competitivos en la fabricación de productos o en la prestación de servicios con la correspondiente calidad requerida y un nivel adecuado de consumo de recursos humanos, materiales y financieros en correspondencia con el desarrollo y tecnologías existentes.

Con este modelo de gestión de costo que se propone, se pretende que en la Universidad de Ciencias Informáticas este proceso mejore en el campo de los software nacionales, pues a pesar de que no se le cobre al país el desarrollo del software se debe de tener un control sobre los gastos que produce el desarrollo de dicho software.

Capítulo 3: Aplicación del modelo propuesto al Proyecto ONE

3.1 Introducción

En este capítulo se desarrollaran algunas partes del modelo propuesto en el Capítulo 2, así como los beneficios que trae la aplicación del mismo. Aplicándosele al Proyecto ONE, el cual es un proyecto desarrollado en su primera versión y que tiene las condiciones necesarias para poder aplicar este modelo, pues es un proyecto de software nacional y posee una estructura ya organizada.

3.2 Estimación de costo del Proyecto ONE

Durante el desarrollo del modelo de estimación de costo se deben de realizar cinco pasos principales, los cuales ayudarán en el desarrollo del software. El primer paso comprende el estudio del tamaño y tipo del proyecto que se va a producir. Ya en el segundo paso se debe de ver en que condiciones se encuentra el mercado dentro del cual se mueve el producto que se va a desarrollar. En el tercero se debe de realizar la planificación del proyecto para poder tener un estimado de la duración que va a tener. El cuarto paso es para definir todo lo que tiene que ver con recursos humanos y materiales necesarios para poder desarrollar el software. Por el último el quinto paso es para definir las herramientas y técnicas que se van a utilizar para producir el software. Una vez terminado este modelo se tendrá una planificación inicial y un estimado de recursos necesario para desarrollar el producto con lo que se podrá proceder a realizar los restantes modelos.

3.2.1 Estudio del tipo y tamaño del Proyecto ONE.

Para dar comienzo al desarrollo del software es necesario realizar un estudio del tamaño y tipo de producto que se va a desarrollar. Luego de realizado este estudio se concluyó que el Proyecto ONE se encuentra dentro del tipo de proyecto innovador, pues su destino es mejorar el manejo de las estadísticas en el país, ya que el software existente actualmente no cumple al ciento por ciento las necesidades de la empresa.

Y por la complejidad de su función se determinó que era un proyecto de tamaño grande, ya que posee una gerencia de proyecto, al personal se le da capacitación y existe un equipo de calidad dentro del proyecto que garantiza que se desarrolle el software con más garantía. Además existe un plan de mantenimiento al software luego de terminado su producción, así como documentos que permiten tanto a los desarrolladores como usuarios finales una mejor comprensión del sistema.

3.2.2 Estudio de las condiciones del mercado para el Proyecto ONE.

Para el estudio del mercado se realizó el análisis de algunos de los productos similares al producto que se va a desarrollar y que se encuentran disponibles en el mercado. Con este análisis se pudo detectar la existencia de los siguientes software:

SPSS (Software de Análisis Estadístico y de Tratamiento de Datos): es fácil de usar, el coste total de su propiedad es de $ 3498 por cada usuario que utilice el software. Permite trabajar con confianza mediante un sistema de módulos escalable y otros productos de la familia SPSS que proporcionan las funcionalidades necesarias para la planificación, recogida de datos y entrega de resultados. Se puede utilizar en una gran variedad de áreas (análisis de encuestas, investigación de mercados y marketing directo, educación, investigación administrativa, recurso humanos (RR.HH), investigación médica y social, planificación y previsión, mejora de la calidad, realización de informes y toma de decisiones). Es compatible con plataformas tanto privativas como libres. (Noonan, 2007)

Epilnfo: es un programa gratuito muy extendido tanto para la gestión y análisis de datos provenientes de cuestionarios o encuestas, como para el mantenimiento de sistemas de información de vigilancia epidemiológica. Es quizá el sistema estadístico más popular entre los investigadores de la Salud. No posee métodos multivariados de uso habitual en la investigación mediante encuestas. Esto representa una limitación importante para los usuarios o analistas avanzados, quienes pueden requerir este tipo de técnicas.

MicroSet: Software desarrollado en MS-DOS en los años 70, el cual se encuentra en actual funcionamiento en la ONE, surge con el objetivo fundamental de lograr un sistema general e integral para el procesamiento de datos y las ediciones de tablas, y con ello facilitar y mejorar el procesamiento de la información de las estadísticas económicas, el mismo permite parte de la funcionalidades pero no el total y dinámico trabajo con el flujo de

información suministrada en la ONE. (González, 2006-2007). Ver Anexo 1 para más información sobre otros softwares estadísticos.

La mayoría de estos software cumplen con parte del proceso que lleva a cabo la ONE en la actualidad, pero no permite el correcto funcionamiento de la misma basada en una economía Socialista, además de ser softwares muy costosos. Luego de este análisis se determinó desarrollar un software nuevo para esta empresa que fuera capaz de adaptarse a los cambios y necesidades de la ONE y sus Departamentos.

3.2.3 Planificación del Proyecto ONE.

La planificación del Proyecto se describe como partes de producción realizados. Estos partes contienen cada hito que fue trazado para la ejecución del proyecto. En la siguiente figura se muestra la estructura de los partes. El gráfico muestra el % de cumplimiento de las actividades en correspondencia con el desarrollo de las mismas.

No	Planes	
1	Plan de CUCI a realizar (TCUCI)[P]:	4
2	Plan de Escenarios a realizar en los CUPI (TECUPI)[P]:	0
3	Plan de Requisitos a Tratar (TRT)[P]:	14
4	Total de Casos de Uso del Módulo (TCU):	18
5	Plan de componentes a realizar (TC)[P]:	8
6	Plan de artefactos a realizar (TA)[P]:	0

No	Datos del Parte	Semana 1						Semana 2					
		L 3	M 4	M 5	J 6	V 7	S 8	L 10	M 11	M 12	J 13	V 14	S 15
7	Real de CUCI a realizados (TCUCI)[R]:	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	4
8	Real de Escenarios realizados en los CUPI (TECUPI)[R]:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Real de Requisitos tratados (TRT)[R]:	1	1	1	2	3	3	5	7	9	11	12	14
10	Real de componentes implementados y aceptados (TCIA):	1	2	3	4	5	6	6	6	7	7	7	8
11	Real de artefactos realizados y aceptados (TARA):	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

No	Indicadores	Semana 1						Semana 2					
		L 3	M 4	M 5	J 6	V 7	S 8	L 10	M 11	M 12	J 13	V 14	S 15
12	Razón de CU. imp. respecto al total del Proyecto(D_{CUCI})	0	0	0	0	0	0	0	0,0556	0,0556	0,1111	0,1111	0,2222
13	Razón de Escenarios p. imp. respecto al plan (D_{ECUPI})	0,7778	0,7778	0,7778	0,7778	0,7778	0,7778	0,7778	0,7778	0,7778	0,7778	0,7778	0,7778
14	Razón de Req. tratados respecto a los planificados (D_R)	0,0714	0,0714	0,0714	0,1429	0,2143	0,2143	0,3571	0,5	0,6429	0,7857	0,8571	1
15	% de Desarrollo según CU. Y Requisitos (D_{CUR})	42,46	42,46	42,46	46,032	49,603	49,603	56,746	66,667	73,81	83,73	87,302	100
16	% de Desarrollo según Componentes (D_{COM})	12,5	25	37,5	50	62,5	75	75	75	87,5	87,5	87,5	100
17	% de Desarrollo según Documentacion (D_{DOC})	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!

No	Diferencia respecto al día anterior	Semana 1						Semana 2					
		L 3	M 4	M 5	J 6	V 7	S 8	L 10	M 11	M 12	J 13	V 14	S 15
18	Δ (TCUCI)[R]:		0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2
19	Δ (TECUPI)[R]:		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	Δ (TRT)[R]:		0	0	1	1	0	2	2	2	2	1	2
21	Δ (TCIA):		1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1
22	Δ (TARA):		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

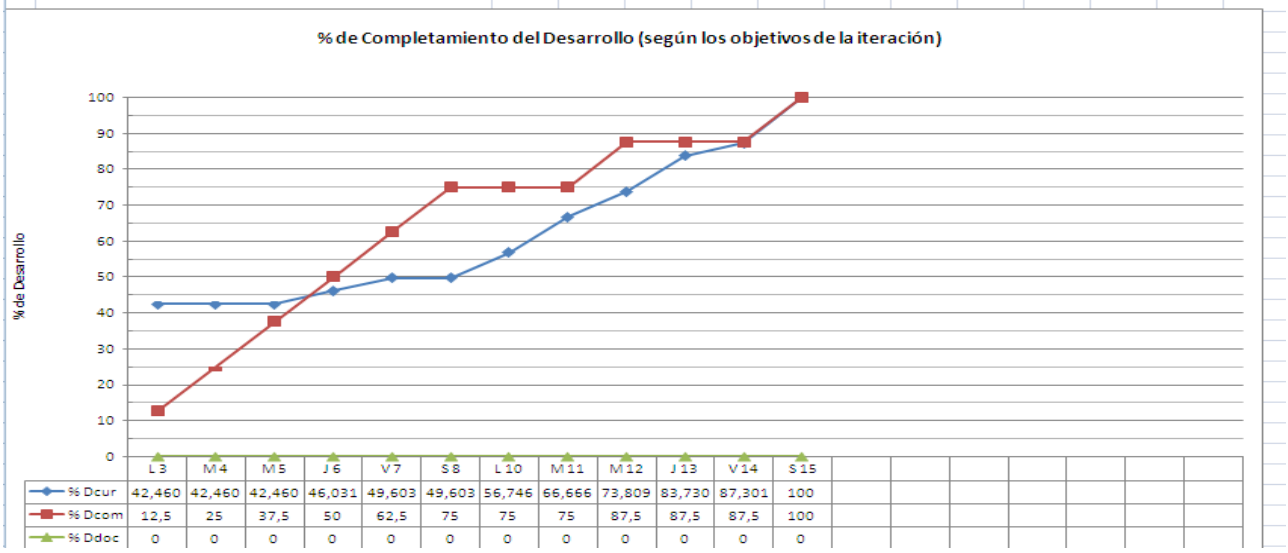

Figura 6: Seguimiento de hitos del Proyecto ONE para el mes de diciembre[6]. (Lobo, 2007)

[6] nota: los datos planes resultan de definir que se va a realizar en la iteración.

Otro punto que se mide dentro de la planificación son los recursos estimados para el desarrollo satisfactorio del producto, los cuales en este proyecto son:

Humanos: 30 personas, divididos en 28 estudiantes y 2 profesores. Los cuales están distribuidos por roles en dependencia de la necesidad del proyecto.

Materiales: 19 computadoras, divididos en 18 para los estudiantes y 1 para los profesores.

19 sillas y 19 mesas, distribuidas de igual forma que las computadoras.

2 aire acondicionados y 12 lámparas de luz fría, distribuidas en el laboratorio acorde con la estructura arquitectónica del mismo, pero que cumple las condiciones necesarias para que el ambiente de trabajo tanto de estudiantes como de profesores sea estable.

Hardware: todo el hardware imprescindible para el funcionamiento del proyecto se encuentra disponible en el laboratorio designado para desarrollar el software.

Software: los softwares necesarios para el desarrollo del software se encuentran instalados en las computadoras.

Todos estos materiales están disponibles las 24 horas del día, por lo que la producción no debe de parar a no ser que los integrantes del proyecto se encuentren realizando otras funciones en la Universidad, pues a pesar de tener a tiempo completo el laboratorio los que integran el proyecto en la mayoría son estudiantes y tiene que cumplir con otras tareas fuera de la producción como son las clases. Para más información ver Anexo 2.

3.2.4 Ficha de presupuesto del Proyecto ONE.

PRESUPUESTO GLOBAL DEL TRABAJO DEL PROYECTO ONE						
Recursos		**Fuentes**			**Costo Total (dólares)**	**TOTAL**
		Estudiantes	**Profesores**	**Otros**		
Personal	Cantidad	28	2	0	1550	30
	Descripción	Cumplen los diferentes roles para dar cumplimiento al desarrollo del software	Desempeñan los roles que les corresponden, para el correcto funcionamiento del proyecto			
Material y suministros para el desarrollo del proyecto	Cantidad	65	6	0	70017	71
	Descripción	Corresponde a sillas, computadores, mesas, aire acondicionado y lámparas de luz fría				
Bibliografía utilizada	Cantidad	1		0	0	
	Descripción	Manual de usuario del software que esta funcionando actualmente en las oficinas de la ONE.				
	Descripción	El consumo de energía fue de		0	1335	

Otros: Energía a consumir, costos por gasto en transporte		167 dólares y el gasto del transporte fue de 1169 dólares aproximadamente.		
TOTAL				72902 [7]

Tabla 19: Ficha de Presupuesto del proyecto ONE.

Descripción de valores monetarios que se invierten en estudiantes vinculados al Proyecto ONE:

DESCRIPCIÓN DE LOS VALORES MONETARIOS DE ESTUDIANTES				
Nombre de Estudiante	**Función en el trabajo**	**Dedicación horas/semanas**	**Estipendio Mensual [8]**	**Estipendio Anual [9]**
Julio Ortiz Sierra	Líder de proyecto	36 horas/semana	100	1000
Yonelbys Iznaga	Asesor principal	34 horas/semana	150	1500
Yitselis Rosabal	Jefe equipo calidad	30 horas/semana	150	1500
Yeney Martin	Diseñador de pruebas	30 horas/semana	150	1500
Liliana Mateo	Revisor técnico	28 horas/semana	100	1000
Jessie Castell	Arquitectura	30 horas/semana	100	1000

[7] El total de presupuesto global del Proyecto ONE esta estimado según el modelo que se está proponiendo en 72902 dólares.

[8] El estipendio de estudiantes está valorado en pesos cubanos, luego de tener la cifra total se convierte a CUC y a dólares respectivamente.

[9] El año se medirá solo por 10 meses, porque los otros dos son de vacaciones.

Rolando Alfonso	Soporte	30 horas/semana	100	1000
José A. Méndez	Programador MGM	40 horas/semana	100	1000
Frank González	Jefe de equipo y arquitecto del MRC	42 horas/semana	150	1500
Marcel Curbelo	Programador MRC	30 horas/semana	100	1000
Jorge Rodríguez	Jefe de equipo y arquitecto MGR	40 horas/semana	125	1250
Anolandy Díaz	Analista MGR	30 horas/semana	100	1000
Denny Hernández	Programador MGR	30 horas/semana	100	1000
Yoanki Pascual	Programador de MGR	30 horas/semana	100	1000
Omar García	Jefe de equipo y arquitecto del MED	42 horas/semana	150	1500
Liosdany Muñoz	Programador MED	35 horas/semana	125	1250
Héctor M. Beltrán	Programador MED	30 horas/semana	100	1000
Eric Rey García	Programador MED	32 horas/semana	100	1000
Miguel Lezcano	Programador MED	30 horas/semana	100	1000
José M. Cazorla	Programador MED	33 horas/semana	100	1000
Enrique González	Programador MED	36 horas/semana	100	1000
Mariluz Perdomo	Programador MED	30 horas/semana	100	1000
Héctor L. Reyes	Programador MED	32 horas/semana	100	1000

Yusel Sablón	Programador MED	30 horas/semana	100	1000
Abdiel Matos	Programador MED	33 horas/semana	100	1000
Rolando Piñeiro	Programador BD	40 horas/semana	100	1000
Lisett de Armas	Programador BD	35 horas/semana	100	1000
TOTAL			3000	30000*

Tabla 20: Valores monetarios de estudiantes del Proyecto ONE.

* El sueldo en Moneda libremente convertible (CUC) sería un estimado de 1200 (Valorando la tasa de cambio de 25 pesos cubanos por 1 CUC), que en dólares sería 1260 aproximadamente (Valorando la tasa de cambio de 1 CUC por 1.05 dólares).

Descripción de valores monetarios que se invierten en profesores vinculados al Proyecto ONE:

DESCRIPCIÓN DE LOS VALORES MONETARIOS DE PROFESORES				
Nombre de Profesor	**Función en el trabajo**	**Dedicación horas/semanas**	**Salario Mensual** [10]	**Salario Anual** [11]
Dinella Aguilar González	Planificación	28 horas/semana	349	3490
Yudel Arbella	Seguridad y Soporte	30 horas/semana	349	3490
TOTAL			698	6980 *

Tabla 21: Valores monetarios de profesores del Proyecto ONE.

* El sueldo en CUC sería un estimado de 279, que en dólares sería 290 aproximadamente.

[10] El salario de profesores está valorado en pesos cubanos, luego de tener la cifra total se convierte a CUC y a dólares respectivamente.
[11] El año se medirá solo para 10 meses, porque los otros 2 son de vacaciones.

Descripción de materiales y suministros del Proyecto ONE:

DESCRIPCIÓN DE MATERIALES Y SUMINISTROS					
Material	**Fuentes**			**Costo del Material (dólares por cada unidad (c/u))**	**Total (dólares)**
	Estudiantes	**Profesores**	**Otros**		
Computadoras	18	1	0	3100 c/u	58900
Mesas	18	1	0	129 c/u	2394
Sillas	18	1	0	225 c/u	4275
Aire acondicionados	1	1	0	2200 c/u	4400
Lámparas de luz fría	10	2	0	2 c/u	48
TOTAL					70017

Tabla 22: Materiales y suministros del Proyecto ONE.

Bibliografía utilizada en el Proyecto ONE:

DESCRIPCIÓN DE LA BIBLIOGRAFIA UTILIZADA	
Descripción de Bibliografía	**Costo de la bibliografía (dólares)**
Manual de usuario de MicroSet	0
TOTAL	0

Tabla 23 Descripción y costo de la bibliografía utilizada en el Proyecto ONE.

En el caso del consumo de energía es un estimado de 250 Watt (W) por hora por cada computadora. Las computadoras son utilizadas aproximadamente 16 horas (h) diarias. El proyecto es realizado en un tiempo estimado de 765 días, por lo que el tiempo total de utilización de las computadoras es de un tiempo aproximado 12240 horas, esto por 250 W que es el consumo promedio de una computadora es 3060000 W, que en Kilowatt (KW) sería 3060 KW/h.

Según la tarifa de la Empresa de Energía Eléctrica para el cobro del servicio eléctrico a partir de los 300 KW/h es 1.30 pesos cubanos por cada KW/h consumido, por lo que 3060 KW/h es un estimado de 3978 pesos cubanos, en CUC sería 159 aproximadamente y en dólares sería 167 aproximadamente.

Por otra parte el consumo de combustible en los viajes realizados a la ONE está valorado en 22 litros de gasolina por viaje. Se realizaron tres viajes por mes durante los cuatro primeros meses del proyecto, por lo que el consumo de combustible es de 66 litros por mes, teniendo un total de 264 litros en estos meses. Luego los viajes fueron a uno por mes por lo que el consumo fue de 22 litros mensuales, para un total de 440 litros de gasolina en el resto de los viajes. En total el consumo de combustible es de 704 litros en todos los viajes realizados.

El precio de la gasolina esta valorada en 1.66 centavos dólares el litro, por lo que el costo para todos los viajes realizados es de 1169 dólares.

3.2.5 Herramientas y técnicas utilizadas en el Proyecto ONE

Para el desarrollo del Proyecto ONE se utilizó para la planificación del mismo la herramienta Microsoft Project 2003, esta herramienta de planificación no se encuentra dentro de las recomendadas en el modelo, pero fue utilizada en el mismo ya que se enseña como parte del programa de la asignatura Ingeniería de software y por tanto es una con las cuales esta más familiarizado el estudiantado y es muy importante que los equipos de trabajo conozcan la herramienta de planificación. Es además muy fácil de usar y posee un entorno grafico sencillo y fiable. A pesar de ciertos inconvenientes entre los que se encuentra que requiere Microsoft Outlook u otro programa de correo electrónico compatible con MAPI para mantener a los equipos de desarrollo informados y de que es software propietario con todos los inconvenientes que esto puede acarrear. (González, 2006-2007). Por lo que se recomienda que en la próxima iteración del proyecto sea utilizada una de las propuestas en este modelo

ya que con su utilización se evitarían los inconvenientes planteados que posee esta herramienta.

En el control de la planificación del proyecto se utilizó el diagrama de Gantt, el cual es propuesto como parte del modelo. Con su utilización se tuvo en todo momento una idea clara del estado de las diferentes actividades que se iban desarrollando y del camino crítico de las mismas, por lo que se benefició el equipo de desarrollo el cual estuvo siempre visualizando si el desarrollo de sus actividades estaba acorde con lo planificado.

Además se utilizó como lenguaje de modelado el UML, propuesto también en el modelo y como metodología de desarrollo se utilizó el RUP, la cual es una metodología muy conocida en la Universidad ya que se imparte como parte del programa de la asignatura de Ingeniería de Software y es muy flexible a la hora de idear el proyecto, sobre todo porque es iterativa e incremental, lo que permite a su vez realizar una planificación detallada de cada uno de los artefactos a generar, nutriéndose de la iteración anterior en la planificación de la próxima, teniendo presente el momento donde se sitúa dentro del ciclo de desarrollo. Además, esta metodología recomienda la división de proyectos complejos en módulos o mini proyectos para que sea más fácil su trabajo por ser el Proyecto ONE grande se utiliza esta metodología (González, 2006-2007). Además la herramienta para el modelado que se utilizó fue el Rational Rose Enterprise, la cual es de carácter privativa por lo cual ya tiene muchos inconvenientes.

Para la estimación del costo no se utilizó ninguna de las técnicas propuestas debido a que como el software a desarrollar es de carácter nacional en la Universidad a los softwares nacionales no se les realiza el proceso de gestionar los costos. Con este trabajo se pretende que se comience a realizar, ya que a pesar de que no se le cobre al país es de utilidad tener un estimado del costo que se está invirtiendo en la producción de todo software que se desarrolle.

Luego de concluidos estos cinco pasos se tiene un estimado del costo de realización del producto de 72902 dólares, además el tiempo que demorará su desarrollo es de 765 días o sea 2 años, así como las herramientas adecuadas para realizar la planificación y estimación del mismo.

Se recomienda que en la próxima iteración del proyecto se realice este modelo de forma completa para ver si los resultados que se obtienen mejoran los hasta ahora obtenidos en este trabajo de diploma.

3.3 Análisis de factibilidad del Proyecto ONE.

Para la realización del análisis de factibilidad es necesario realizar un total de tres pasos, los cuales ayudarán a determinar si el proyecto a desarrollar es factible de realizar o si comprar un software que cumpla con las necesidades de la ONE sería lo más efectivo, pues su factibilidad contra los software existentes en el mundo es muy superior en gastos. En este trabajo de tesis solo se desarrollará el primero, quedando como recomendación la culminación de los otros dos para que se compruebe si realmente la producción del software fue factible, aunque se debe de destacar que actualmente el proyecto a tenido resultados, pues a sido reconocido como un producto de alta calidad que cumple con los requerimientos que fue creado.

3.3.1 Factibilidad técnica de Proyecto ONE.

Para la ejecución del Proyecto ONE el laboratorio designado fue el 402 del docente 2. Dicho laboratorio está tecnológicamente equipado para que el software a desarrollar cumpla con los requerimientos necesarios. Las herramientas de software y licencias necesarias para desarrollar el producto con la mayor calidad requerida en la mayor parte de los casos son copias ilegales, pues por las leyes del Gobierno americano Microsoft no puede vender ni contratar servicios a un país “embargado”. La situación antes descrita trae aparejada la imposibilidad de crear empresas que provean los servicios de forma nacional debido a que sería necesaria la aprobación de los “dueños” de las tecnologías sobre las que se va a trabajar, motivos por los cuales actualmente el Proyecto ONE se encuentra en proceso de migración al software libre.

Se realizó un estudio profundo de las cualidades del producto a desarrollar, determinándose claramente cuales son sus requerimientos de calidad, la frecuencia de modificación y la tecnología con que se cuenta para realizar su despliegue. La selección del personal que trabajará en la producción del software se realizó de forma que los roles que cada cual

desempeñara estuviera en correspondencia con su nivel de experiencia y capacitación que tuviese para desarrollar la función.

A continuación las tablas que contienen la información referente al hardware, software y recursos humanos con que se dio inicio al desarrollo del producto.

ESTUDIO DEL HARDWARE		
Cantidad	**Nombre**	**Descripción**
1	Servidor de BD	Servidor de BD con SQL Server 2000
1	Servidor de Subversion	Servidor de subversión para el control de versiones
17	PC de los usuarios	PC para el trabajo de los diferentes equipo de desarrollo

Tabla 24: Hardware del Proyecto ONE

ESTUDIO DEL SOFTWARE		
Cantidad	**Nombre**	**Descripción**
1	Windows Server 2003	Sistema operativo de la BD
1	SQL Server 2000	Servidor de la BD
1	Debian Etch GNU/Linux	Sistema operativo del servidor subversión
17	Microsoft Windows	Sistema operativo de PC de los usuarios
17	Mozilla Firefox, Internet Explorer, Opera, etc.	Navegador

17	Visual Studio.NET 2005	IDE
17	TortoiseSVN-1.4.3.8645	Control de versiones
17	Enterprise Architect 7.0	Herramienta de gestión CASE
17	Ankh 1.0.1.2734	Enlace directo desde Visual Studio al Subversión

Tabla 25: Software del Proyecto ONE.

DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS			
Nombre	**Rol que desempeña**	**Nivel de Capacitación**	**Experiencia de trabajo**
Julio E. Ortiz Sierra	Líder de proyecto	Alta	Alta
Yonelbys Iznaga	Asesor principal	Alta	Alta
Yitselis Rosabal	Jefe equipo calidad	Alta	Media
Yeney Martin Lache	Diseñador de pruebas	Alta	Media
Liliana Mateo Alemán	Revisor técnico	Baja	Media
Jessie Castell González	Arquitectura	Alta	Media
Rolando Alfonso Alemán	Soporte	Alta	Baja
José A. Méndez Torres	Programador MGM	Alta	Baja
Frank González Fernández	Jefe de equipo y arquitecto del MRC	Alta	Media
Marcel Curbelo	Programador MRC	Baja	Baja

Jorge Ernesto Rodríguez	Jefe de equipo y arquitecto MGR	Baja	Baja
Anolandy Díaz	Analista MGR	Baja	Baja
Denny Hernández	Programador MGR	Baja	Baja
Yoanki Pascual Tamayo	Programador de MGR	Baja	Baja
Omar A. García	Jefe de equipo y arquitecto del MED	Alta	Alta
Liosdany Muñoz	Programador MED	Baja	Baja
Héctor M. Beltrán	Programador MED	Baja	Baja
Eric Rey García	Programador MED	Alta	Baja
Miguel Lezcano	Programador MED	Alta	Baja
José M. Cazorla	Programador MED	Alta	Baja
Enrique González	Programador MED	Alta	Media
Mariluz Perdomo	Programador MED	Baja	Baja
Héctor L. Reyes	Programador MED	Alta	Baja
Yusel Sablón	Programador MED	Baja	Baja
Abdiel Matos	Programador MED	Baja	Baja
Rolando Piñeiro	Programador BD	Alta	Media
Lisett de Armas	Programador BD	Baja	Baja

Tabla 26: Descripción de la Capacitación, Nivel y Experiencia de los Recursos Humanos del Proyecto ONE.

Los puntos referentes al estudio de la factibilidad del mercado y factibilidad económica se recomiendan sean realizados como parte de otro trabajo.

3.4 Preparación del presupuesto de costo del Proyecto ONE.

En este punto las actividades a realizar son el cronograma de actividades del proyecto, un análisis de la disponibilidad de los recursos para la realización del proyecto, la línea base de costo y un reporte de desempeño del costo. Luego de terminado este punto se podrá constatar si el costo estimado esta sobre la media de lo estimado o si se sobrepasó el mismo. El desarrollo de los puntos de línea base de costo y reporte de desempeño se dejan como recomendaciones para un próximo trabajo.

3.4.1 Cronograma de las actividades a realizar por el Proyecto ONE.

Para realizar el cronograma de actividades se necesita que la planificación esté hecha por actividades o hitos, en este caso la planificación está hecha de esta forma. Para un mejor entendimiento se ha realizado este cronograma sintetizado a las diferentes fases que transitó el proyecto, se propone que en otro trabajo de diploma se realice este cronograma por actividades y por cada módulo que conforme el proyecto.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO			
Actividad	**Fecha Inicio**	**Fecha Fin**	**Costo de la Actividad (dólares)**
Fase Inicio	05/01/06	15/10/06	12501
Fase elaboración	4/6/06	3/06/07	17800
Fase de Construcción	25/09/07	24/02/08	29800
Fase de Transición	30/12/07	15/04/08[12]	12801[13]

[12] Se excluye el mes de vacaciones.

Total	72902

Tabla 27: Cronograma de Costo de las Actividades del Proyecto ONE.

3.4.2 Disponibilidad de recursos para el Proyecto ONE.

Para ver la disponibilidad de los recursos destinados para el desarrollo del Proyecto ONE se puede consultar la siguiente tabla. En ella se tienen los diferentes aspectos que se toman en cuenta para ver la disponibilidad de recursos.

DISPONIBILIDAD DE RECURSOS DEL PROYECTO					
Nombre del Recurso	**Descripción del Recurso Material/Humano**	**Descripción de la Actividad**	**Cantidad de Recursos a Utilizar**	**Fecha de Disponibilidad del Recurso**	**Costo del Recurso (dólares)**
Computadora	Material	Fase de inicio, elaboración, construcción y transición	19	Tiempo completo	3100 (c/u)
Personal	Humano	Fase de inicio, elaboración, construcción y transición	30	Depende del tiempo de máquina establecido en cada computadora y del horario de clases*.	Ver tablas 20 y 21

[13] El costo de cada actividad se calcula por la suma de la cantidad de materiales, recursos humanos y bibliografía, etc., que son utilizados para desarrollarla.

Mesa	Material	Fase de inicio, elaboración, construcción y transición	19	Tiempo completo	129 c/u
Sillas	Material	Fase de inicio, elaboración, construcción y transición	19	Tiempo completo	225 c/u
Aire acondicionado	Material	Fase de inicio, elaboración, construcción y transición	2	Tiempo completo	2200 c/u
Lámparas de luz fría	Material	Fase de inicio, elaboración, construcción y transición	12	Tiempo completo	2 c/u

Tabla 28: Calendario de Control de Costo de los Recursos del Proyecto ONE.

* El tiempo de máquina establecido puede variar en dependencia del cambio de horario de la facultad, pues como es una Universidad que vincula la docencia con la producción, el personal que trabaja en el desarrollo del software no le dedica tiempo completo a la producción, sino que distribuye el tiempo entre las dos actividades. Para ver ejemplo de tiempo de máquina consultar Anexo 3.

3.5 Beneficios de la aplicación del modelo

La aplicación de este modelo trae consigo beneficios tanto para los desarrolladores del software como para los directivos del proyecto, pues al ser aplicado se tiene un control sobre todo los recursos destinados para la realización del software lo que conlleva a una buena planificación del proyecto trayendo consigo que el rendimiento de los procesos sea eficiente y coordinado. Además se conoce el estado del presupuesto destinado para el mismo con respecto a los gastos que se va teniendo en el proyecto.

Este modelo permite saber si el software a desarrollar es factible con respecto a otros que existen en el mercado y si las condiciones en que se va a desarrollar admite el progreso efectivo del software. El proceso de gestión de costo mantiene informado a los integrantes del proyecto sobre el estado del presupuesto destinado para realizar las diferentes actividades por las que se van a regir en el desarrollo del software.

La gestión de costo ayuda en la toma de decisiones, en la reducción del costo del software y el tiempo de ejecución, mejorando la calidad y el rendimiento del producto entregable del proyecto.

3.6 Conclusiones parciales Capítulo 3.

Luego de aplicar el modelo planteado en este trabajo de diploma al Proyecto Productivo Nacional Oficina Nacional de Estadísticas, se puede constatar que la aplicación de una correcta gestión de los costos ayuda en el desarrollo del software, pues con este proceso se tiene en todo momento un control sobre el presupuesto destinado para cada actividad a desarrollar en el proyecto, logrando que todo el personal vinculado o no al proyecto sepa siempre el estado del costo de producción del software.

El proceso de gestión de costo planteado en la Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos o Guía del PMBOK, no es aplicable a la Universidad, debido a que en el se valora la producción de software a tiempo completo y no tiene en cuenta el tiempo que en la Universidad se le dedica a la docencia. Por esto, surge la necesidad de desarrollar un modelo que permita el proceso de gestión de costo y que tome en cuenta el tiempo que en la Universidad se le dedica a la docencia, este fue el objetivo del trabajo de diploma y se cumplió satisfactoriamente pues se desarrolló dicho modelo.

CONCLUSIONES GENERALES

La gestión de proyecto de software es la actividad protectora dentro de la ingeniería de software que quía los procesos dentro del desarrollo de un software. Esta integrada por varias áreas de conocimiento, como son la gestión de cronograma (tiempo), gestión de la calidad, gestión de riesgos, gestión de la comunicación, gestión de personal y gestión de costo. Esta última fue el objeto de estudio de este trabajo de diploma, la misma esta conformada por cuatro procesos: estimación de costo, análisis de la factibilidad, preparación del presupuesto de costo y control de costo.

Para dar cumplimiento a este trabajo se planteó como objetivo general desarrollar un modelo que permita realizar la gestión de costo de los proyectos nacionales, el cual se cumplió satisfactoriamente, ya que después de realizado un estudio detallado de todas las actividades que se efectúan dentro de la gestión de costo en el capítulo 1, se procedió en el capítulo 2 a proponer un modelo que se adecuara a las necesidades de la Universidad, teniendo en cuenta que esta no se dedica a tiempo completo a la docencia, sino que vincula docencia–producción, y para validar este modelo en el capítulo 3 se le aplicó al Proyecto Oficina Nacional de Estadísticas, el cual reúne las condiciones necesarias pues es un proyecto nacional. Una vez concluido este trabajo de diploma, se generó como artefacto la plantilla para la gestión de costo (Ver Anexo 4), dándosele así cumplimiento tanto al objetivo general antes planteado, como a los objetivos específicos que dieron lugar al desarrollo de este trabajo de diploma.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que se desarrolle como tema para Jornada Científica u otros eventos científicos:

- El estudio de la factibilidad de mercado y el estudio dinámico de factibilidad económica de los proyectos de software, pues son procesos bastante amplios y que llevan una gran cantidad de cálculos y se necesita un estudio más profundo, por lo que se recomienda que sea realizado o supervisado por una persona que posea conocimientos de contabilidad.
- La línea base de costo y el reporte de desempeño de los costos, ya que en ellos se valora el flujo de caja, aspecto que es desarrollado como parte del punto anterior.
- El control de los costos del proyecto, pues en él se debe de tener actualizada la línea base de costo. Además este proceso es el que lleva un control sobre todo el presupuesto destinado para desarrollar el software, por lo que es necesario tener todos los procesos anteriores desarrollados.
- La migración total del proyecto al software libre, para así fomentar el creciente desarrollo de este en el país.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Anónimo. 2007. *Proceso de gestión de costo del proyecto.* [En línea] 2007. [Citado el: 28 de Marzo de 2008.]

http://200.75.50.44:8080/CdsBogota/Politicas/documentospublicacion/09PROCESOGESTIONDECOSTOSDELPROYECTO.doc..

Bianchet, Egon. 2007. *Plantilla de procedimientos de gestión de proyectos.* [En línea] 2007. [Citado el: 25 de Marzo de 2008.]

http://www.nevant.com/es/plantillas_procedimientos_gestión_proyectos.

Bolles, Dennis y Fahrenkrog, Steve. 2004. *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos. (Guía del PMBOK).* EE:UU : Newtown Square, 2004. PA 19073 - 3299.

Caballero, Ismael. 2000. *Una Herramienta CASE para ADOO: Visual Paradigm.* [En línea] 2000. [Citado el: 13 de Abril de 2008.] http://alarcos.inf-cr.uclm.es/per/fgarcia/isoftware/doc/LabTr1_VP.pdf.

Ceria, Lic. Santiago. 2007. *Iniciación y planificación del proyecto.* [En línea] 2007. [Citado el: 25 de Marzo de 2008.]

http://www.dc.uba.ar/people/materias/isoft2/2007_01/clases/Iniciacion_y_Planificacion_del_Proyecto_20070322.pdf.

Cif, Software. 2006. *Software para planificar, presupuestar y controlar procesos.* [En línea] 2006. [Citado el: 19 de Abril de 2008.] http://www.europatax.com/cif/files/ciftrack_dossier.pdf.

Deverttua, Lexur. 2000. www.Lukor.com. [En línea] 2000. [Citado el: 19 de Abril de 2008.] http://www.lukor.com/webmasters/07111430.htm.

Díaz, Mg. Samuel Oporto. 2007. *Administración de los Costos del Proyecto.* [En línea] 2007. [Citado el: 8 de Abril de 2008.] http://www.wiphala.net/courses/PMI01/2007-0/class/class_23_project_cost_management.ppt.

BIBLIOGRAFÍA

Esterkin, Jose. 2007. *¿Cómo administrar los costos de un proyecto?* [En línea] 2007. [Citado el: 12 de Abril de 2008.] http://iaap.wordpress.com/2007/10/30/como-administrar-los-costos-de-un-proyecto/..

González, Dinella Aguilera. 2006-2007. *Tesis: Sistema Integrado de Gestión Estadística (SIGE). Rol de planificador.* Cuba : s.n., 2006-2007.

Grompone, Juan. 2000. *Gestión de Proyectos de Software.* Montevideo, Uruguay : s.n., 2000. ISBN 9974 - 592 - 05 - 4.

León, DrC Rolando Alfredo Hernández. 2005. *Curso Básico de Gestión de Proyectos de Software.* Habana : s.n., 2005.

Lobo, Armando Robert. 2007. *Parte de estado del desarrollo.* [En línea] 2007. [Citado el: 12 de Abril de 2008.]

http://10.32.18.6:5901/svn/one/sige/Expediente_de_proyecto/Gestion%20de%20Proyecto/Mecanismos%20de%20chequeo%20de%20la%20evoluci%c3%b3n/Estructura%20de%20Seguimiento%20y%20Control/.

López, Ing. Antonio M. Navarro y Rosa, Ing. Ana. 2005. *Utilización de las técnicas de Dirección Integrada de Proyectos.* [En línea] 2005. [Citado el: 25 de Febrero de 2008.] http://www.empai-matanzas.co.cu/revista%20EMPAI/REVISTA3/articulo3.htm..

Miranda, Lic. Dayana Duffus. 2007. *Aspectos a considerar en un Análisis de Factibilidad.* [En línea] 4 de Octubre de 2007. [Citado el: 21 de Abril de 2008.] http://www.gestiopolis.com/finanzas-contaduria/aspectos-a-considerar-en-una-analisis-de-factibilidad-financiera.htm.

Mofinet. 2000-2002. *Manual de Conceptos Financieros.* [En línea] 2000-2002. [Citado el: 25 de Abril de 2008.] http://www.mofinet.com/esp/manual.html#6.

Molina, Pilar Montoya. 2005. *Manual para la gestión de proyectos.* [En línea] 2005. [Citado el: 8 de Abril de 2008.] http://sorad.ual.es/mitra/gestion.pdf.

Moreno, Ing. Jorge L. 2006. *Gestión de los costos del proyecto.* [En línea] 2006. [Citado el: 8 de Abril de 2008.] http://fing.uncu.edu.ar/catedras/archivos/admproyope/adm_costos_06.PDF.

Noonan, Jack. 2007. *El software estadístico integral.* [En línea] 2007. [Citado el: 10 de Enero de 2008.] http://www.spss.com/la/productos/base/base.pdf.

Portillo, José Antonio y Paredes, Ricardo Imbert. 2002. *Estimación y Planificación de Proyectos Software con ciclos de vida Iterativo - Incremental y empleo de Casos de Uso.* 2002.

Pressman, Roger S. 2005. *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico.* Habana : Félix Varela, 2005.

Romero, José Antonio. 2008. *Administración de Proyectos.* [En línea] 2008. [Citado el: 19 de Abril de 2008.] http://www.gestiopolis.com/recursos2/documentos/fulldocs/eco/adproyectanto.htm.

Rumbaugh, James, Jacobson, Ivar y Booch, Grady. 2000. *El lenguaje Unificado de Modelado. Manual de Referencia.* [En línea] 2000. [Citado el: 13 de Abril de 2008.] http://bibliodoc.uci.cu/pdf/reg03050.pdf.

Sierra, Julio Ernesto Ortiz. 2006. *Documento Visión. Proyecto ONE.* [En línea] 2006. [Citado el: 8 de Enero de 2008.]

http://10.32.18.6:5901/svn/one/expediente_de_proyecto/Ingenieria/MGM/1%20Modelo%20Negocio/.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

ABC, Emprender. 2007. *Cómo administrar los costos de un proyecto.* [En línea] 2007. [Citado el: 8 de Abril de 2008.] http://elabc.blogspot.com/2007/12/cmo-administrar-los-costos-de-un.html.

Anónimo. 2007. *Proceso de gestión de costo del proyecto.* [En línea] 2007. [Citado el: 28 de Marzo de 2008.]

http://200.75.50.44:8080/CdsBogota/Politicas/documentospublicacion/09PROCESOGESTIONDECOSTOSDELPROYECTO.doc..

Bianchet, Egon. 2007. *Plantilla de procedimientos de gestión de proyectos.* [En línea] 2007. [Citado el: 25 de Marzo de 2008.]

http://www.nevant.com/es/plantillas_procedimientos_gestion_proyectos.

BIBLIOGRAFÍA

Bolles, Dennis y Fahrenkrog, Steve. 2004. *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos. (Guía del PMBOK).* EE:UU : Newtown Square, 2004. PA 19073 - 3299.

Caballero, Ismael. 2000. *Una Herramienta CASE para ADOO: Visual Paradigm.* [En línea] 2000. [Citado el: 13 de Abril de 2008.] http://alarcos.inf-cr.uclm.es/per/fgarcia/isoftware/doc/LabTr1_VP.pdf.

Ceria, Lic. Santiago. 2007. *Iniciación y planificación del proyecto.* [En línea] 2007. [Citado el: 25 de Marzo de 2008.]

http://www.dc.uba.ar/people/materias/isoft2/2007_01/clases/Iniciacion_y_Planificacion_del_Proyecto_20070322.pdf.

Cif, Software. 2006. *Software para planificar, presupuestar y controlar procesos.* [En línea] 2006. [Citado el: 19 de Abril de 2008.] http://www.europatax.com/cif/files/ciftrack_dossier.pdf.

Deverttua, Lexur. 2000. www.Lukor.com. [En línea] 2000. [Citado el: 19 de Abril de 2008.] http://www.lukor.com/webmasters/07111430.htm.

Díaz, Mg. Samuel Oporto. 2007. *Administración de los Costos del Proyecto.* [En línea] 2007. [Citado el: 8 de Abril de 2008.] http://www.wiphala.net/courses/PMI01/2007-0/class/class_23_project_cost_management.ppt.

Esterkin, Jose. 2007. *¿Cómo administrar los costos de un proyecto?* [En línea] 2007. [Citado el: 12 de Abril de 2008.] http://iaap.wordpress.com/2007/10/30/como-administrar-los-costos-de-un-proyecto/..

FESC, Educacion Superior/Investigación. 2002. *Instructivo para la planeación de proyectos.* [En línea] 2002. [Citado el: 15 de Marzo de 2008.]

http://www.fesc.edu.co/archivos/Instructivo%20para%20Planeacion%20de%20Proyectos.doc.

Gómez, Adriana, y otros. 2000. *Un modelo de estimación de proyectos de software.* [En línea] 2000. [Citado el: 15 de Abril de 2008.] http://alarcos.inf-cr.uclm.es/doc/pgsi/doc/teo/8/cocomo2-apuntes.pdf.

González, Dinella Aguilera. 2006-2007. *Tesis: Sistema Integrado de Gestión Estadística (SIGE). Rol de planificador.* Cuba : s.n., 2006-2007.

BIBLIOGRAFÍA

Gorriño Arriaga, Juan Pablo, Kortabarria Onaindia, Jaime y Caamaño Eraso, Javier. 2002. *Modelos paramétricos de estimación del software.* [En línea] 2002. [Citado el: 15 de Abril de 2008.] http://www.aeipro.com/congresos/2000_1/pdf/FB01.pdf.

Grompone, Juan. 2000. *Gestión de Proyectos de Software.* Montevideo, Uruguay : s.n., 2000. ISBN 9974 - 592 - 05 - 4.

Jaeger, Jean Michel De. 2004. *Descripción del conocimiento detrás de la profesión de administración de proyectos del Instituto de Administración de Proyectos (PMI).* [En línea] 2004. [Citado el: 25 de Marzo de 2008.] http://www.12manage.com/methods_pmi_pmbok_es.html.

León, DrC Rolando Alfredo Hernández. 2005. *Curso Básico de Gestión de Proyectos de Software.* Habana : s.n., 2005.

Lobo, Armando Robert. 2007. *Parte de estado del desarrollo.* [En línea] 2007. [Citado el: 12 de Abril de 2008.]

http://10.32.18.6:5901/svn/one/sige/Expediente_de_proyecto/Gestion%20de%20Proyecto/Mecanismos%20de%20chequeo%20de%20la%20evoluci%c3%b3n/Estructura%20de%20Seguimiento%20y%20Control/.

López, Ing. Antonio M. Navarro y Rosa, Ing. Ana. 2005. *Utilización de las técnicas de Dirección Integrada de Proyectos.* [En línea] 2005. [Citado el: 25 de Febrero de 2008.] http://www.empai-matanzas.co.cu/revista%20EMPAI/REVISTA3/articulo3.htm..

Miranda, Lic. Dayana Duffus. 2007. *Aspectos a considerar en un Análisis de Factibilidad.* [En línea] 4 de Octubre de 2007. [Citado el: 21 de Abril de 2008.] http://www.gestiopolis.com/finanzas-contaduria/aspectos-a-considerar-en-una-analisis-de-factibilidad-financiera.htm.

Mofinet. 2000-2002. *Manual de Conceptos Financieros.* [En línea] 2000-2002. [Citado el: 25 de Abril de 2008.] http://www.mofinet.com/esp/manual.html#6.

Molina, Pilar Montoya. 2005. *Manual para la gestión de proyectos.* [En línea] 2005. [Citado el: 8 de Abril de 2008.] http://sorad.ual.es/mitra/gestion.pdf.

Moreno, Ing. Jorge L. 2006. *Gestión de los costos del proyecto.* [En línea] 2006. [Citado el: 8 de Abril de 2008.] http://fing.uncu.edu.ar/catedras/archivos/admproyope/adm_costos_06.PDF.

BIBLIOGRAFÍA

Noonan, Jack. 2007. *El software estadístico integral.* [En línea] 2007. [Citado el: 10 de Enero de 2008.] http://www.spss.com/la/productos/base/base.pdf.

Pérez, Dr.C pedro Yobanis Piñero. 2008. *Gestión de costo y gestión de calidad.* [Presentación ppt] Habana : Grupo de gestión de proyectos, 2008.

PGSI. 2005. *Seguimiento y control de proyecto.* [En línea] 2005. [Citado el: 25 de Marzo de 2008.] http://www.unap.cl/metadot/index.pl?id=23837&isa=Item&field_name=item_attachment_file&op=download_file.

Portillo, José Antonio y Paredes, Ricardo Imbert. 2002. *Estimación y Planificación de Proyectos Software con ciclos de vida Iterativo - Incremental y empleo de Casos de Uso.* 2002.

Pressman, Roger S. 2005. *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico.* Habana : Félix Varela, 2005.

Proyectos, Instituto Argentino de Administración de. 2007. *¿Cómo administrar proyectos de softwares?* [En línea] 2007. [Citado el: 8 de Abril de 2008.] http://www.deltaasesores.com/prof/ART0089.html..

Rojas, M.C. Juan Carlos Olivares. 2005. *Unidad I Repaso. Ingeniería de software.* [En línea] 2005. [Citado el: 5 de Marzo de 2008.] http://antares.itmorelia.edu.mx/~jcolivar/cursos/is208a/is2_u1.ppt..

Romero, José Antonio. 2008. *Administración de Proyectos.* [En línea] 2008. [Citado el: 19 de Abril de 2008.] http://www.gestiopolis.com/recursos2/documentos/fulldocs/eco/adproyectanto.htm.

Ruíz, Francisco y García, Félix. 2007. *Gestión de costes de un proyecto de software.* [En línea] 2007. [Citado el: 25 de Marzo de 2008.] http://alarcos.inf-cr.uclm.es/doc/pgsi/doc/teo/8/pgsi-t8.pdf.

Rumbaugh, James, Jacobson, Ivar y Booch, Grady. 2000. *El lenguaje Unificado de Modelado. Manual de Referencia.* [En línea] 2000. [Citado el: 13 de Abril de 2008.] http://bibliodoc.uci.cu/pdf/reg03050.pdf.

Sierra, Julio Ernesto Ortiz. 2006. *Documento Visión. Proyecto ONE.* [En línea] 2006. [Citado el: 8 de Enero de 2008.]

http://10.32.18.6:5901/svn/one/expediente_de_proyecto/Ingenieria/MGM/1%20Modelo%20Negocio/.

Vargas, Jaime González, Lozano, Luis Alberto y Armas, Miguel Ángel. 2007-2008. *Manual de Administracion de proyectos.* [En línea] 2007-2008. [Citado el: 25 de Marzo de 2008.] http://www.liderdeproyecto.com/manual/que_es_el_pmbok.html.

GLOSARIO

UCI: Universidad de Ciencias Informáticas.

ONE: Oficina nacional de Estadísticas. Oficina encargada de las estadísticas a nivel nacional.

P´s: Son las cuatro P que tienen una importancia fundamental en la gestión de proyectos de software, las cuales se definen como persona, proceso, proyecto y producto.

IP: Infraestructura Productiva. Oficina de la Universidad donde se encuentra la más alta dirección de la Universidad.

TICs: Tecnologías Informáticas y de las Comunicaciones.

UML: Lenguaje de Modelamiento Unificado, el cual permite modelar sistemas con tecnología orientada a objetos para visualizar, especificar, construir y documentar los artefactos de un sistema que involucra una gran cantidad de software.

EDT: Estructura de Desglose de Trabajo, la cual no es más que la subdivisión de los productos entregables de un proyecto en componentes más pequeños y fáciles de manejar.

PV: Valor Planificado, el cual es el costo presupuestado del trabajo programado para ser completado de una actividad o componente de la EDT hasta un momento determinado.

EV: Valor Ganado, que es la cantidad presupuestada para el trabajo realmente completado de la actividad del cronograma o el componente de la EDT durante un período de tiempo determinado.

AC: Costo Real, es el costo total incurrido en la realización del trabajo de la actividad del cronograma o el componente de la EDT durante un período de tiempo determinado.

CASE: Ingeniería de Software Asistida por Computadora, ayuda a las personas en el proceso de desarrollo de software en áreas tales como: análisis de requerimiento, depuración y pruebas. Los componentes básicos son: los repositorio (bases de datos con algunas características del proyecto); las herramientas de diagramación y modelamiento, herramientas de prototipado, generación de código, generador de documentación y en la mayoría de los casos un módulo de gestión del proyecto.

CUCI: Casos de uso completamente implementado.

CUPI: Casos de uso parcialmente implementado.

$(TCUCI)^{P}$[14]: Total de casos de uso completamente implementado.

$(TECUPI)^{P}$: Total de escenarios de los casos de uso parcialmente implementado.

$(TRT)^{P}$: Total de requisitos tratados.

TCU: Total de casos de uso.

$(TC)^{P}$: Total de componentes.

$(TA)^{P}$: Total de artefactos.

TARA: Real de artefactos realizados y aceptados.

$(TCUCI)^{R}$[15]: Total de casos de uso completamente implementados.

TCIA: Total de componentes implementados y aceptados.

Requisito: condición o capacidad de un usuario o sistema para satisfacer un objetivo o resolver un problema.

Caso de uso: secuencia de acciones que brinda el sistema a un actor particular.

$(TECUPI)^{R}$: Total de escenarios de los casos de uso parcialmente implementado.

$(TRT)^{R}$: Total de requisitos tratados.

D_{CUCI}: Razón de casos de uso implementados respecto al total del Proyecto.

D_{ECUPI}: Razón de escenarios parcialmente implementados respecto al plan.

D_{R}: Razón de requisitos tratados respecto a los planificados.

D_{CUR}: % de desarrollo según casos de uso y requisitos.

D_{COM}: % de desarrollo según componentes.

D_{DOC}: % de desarrollo según documentación.

[14] Se refiere a plan, o sea $(TCUCI)^{P}$ seria Plan de CUCI a realizar.
[15] Se refiere a real, o sea $(TCUCI)^{R}$ seria Real de CUCI realizados.