

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 1



“Propuesta de un método para la estimación del Modelado de Negocio
y la Ingeniería de Requisitos.”

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

Autores: Daimaris Céspedes Saíz

Grethell Martínez Rodríguez

Tutor: Ing. Yanet Vega Miniet

Ciudad de la Habana, 2010

“Año del 52 Aniversario del Triunfo de la Revolución.”

Declaración de Autoría

Declaración de Autoría

Declaramos que somos los únicos autores de este trabajo y autorizamos a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

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

Daimaris Céspedes Saíz

Grethell Martínez Rodríguez

Firma del Autor

Firma del Autor

Ing. Yanet Vega Miniet

Firma del Tutor



Dedicatoria



A mis padres, que son lo más grande que tengo y las personas más importantes en mi vida. Este trabajo también es de ustedes.

Grethell

A mi abuela y mi tía que confiaron en mí siempre, que me han amado y me han enseñado a caminar por el camino correcto.

A mis padres que siempre han sido mi inspiración y mi fuerza, la razón de mi existir.

A mis hermanos que los adoro.

Daimaris

Agradecimientos

Agradecimientos

Hemos pasado cinco años de nuestras vidas en la universidad, donde nos hemos formado para ser unos excelentes profesionales. Hoy damos fin, con este trabajo a este largo viaje, lleno de sacrificio, abnegación y entrega y de esta forma se sentarán las bases para el comienzo de otra etapa importante en nuestras vidas.

Primero, queremos agradecer a la Revolución y a Fidel Castro, por ser el máximo responsable de la creación de este centro de estudio.

A la Universidad de las Ciencias Informáticas por habernos dado la oportunidad de finalmente cumplir nuestro sueño y el de nuestras familias y de conocer tantos amigos, con los cuales compartimos momentos importantes de nuestras vidas.

A todas las personas que han estado a lo largo del camino a nuestro lado, en las buenas y en las malas.

A nuestra tutora Yanet, por enseñarnos tanto en el desarrollo de esta investigación y brindarnos toda la información necesaria para la realización de la misma.

A todos queremos ofrecerles nuestros más sinceros agradecimientos por su apoyo, dedicación, y por hacer posible este sueño.

Daimaris y Grethell

Agradecimientos

A mi abuela Elvira por siempre estar tan pendiente de mí, por quererme tanto, y por haber formado la mujer que hoy soy. Siempre te estaré muy agradecida.

A mi tía Inés por quererme como una hija, por ser mi guía y mi ejemplo. Quiero que nunca dudes del amor tan grande que siento por ti. Gracias por tu apoyo.

A mi mamita que me dio la confianza que tanto necesitaba, que me apoyó en todos los años de la carrera, y sé que sin ella no hubiera podido llegar tan lejos. Te quiero mucho mi amor.

A mi papito que es el hombre de mi vida. Gracias por ese amor tan grande que tienes por mí y por estar siempre presente en mi vida. Estoy viviendo nuestro sueño.

A mis hermanos Yosvanis y Dimitris que siempre han estado a mi lado apoyándome, y que son los dueños de todos mis secretos. Quiero ser siempre su hermanita querida.

Al resto de mi familia que de una forma u otra ayudaron en el desarrollo de mi carrera. Gracias por todo.

A mi novio Renier por toda esa paciencia que ha tenido conmigo y ese amor sin medida que me ha brindado. Te quiero mi amor.

A Renier, Offe, Mabel, Margarita y Ania por todo el amor y ayuda que me han dado en estos últimos años de mi carrera.

A Grethell, mi compañera de tesis por ayudarme a hacer realidad mi sueño.

A Mario, porque sin él no hubiera llegado donde estoy. Gracias por estar a mi lado siempre que lo necesité. Gracias por ser mi amigo y por quererme tanto.

A la vicedecana Matilde por el apoyo incondicional que me ha brindado durante los años de mi carrera.

Agradecimientos

A Marlen, Olivier, Alina, Made, Yanis, Yisel, Yusmara, Noralis, Yuliet, Alien, Lizardo, Chanel, Dayanis, Yunaldis, Adrialis y todos aquellos que compartieron conmigo en todo el recorrido de mi carrera.

Gracias por brindarme su amistad incondicionalmente.

Daimaris

Agradecimientos

A mis padres por todo el apoyo, la confianza, el ejemplo y el amor que siempre me han dado, por haberme guiado por el buen camino del estudio, por darme fuerzas en todo momento, por luchar para que yo pudiera llegar a donde estoy, porque han estado junto a mí toda su vida dándome lo mejor de ellos, solo espero que estén orgullosos de mí como yo lo estoy de ustedes, gracias por existir y estar siempre a mi lado. Los quiero mucho.

A mi novio por su dedicación, comprensión, ayuda, por ser mi confidente, por estar siempre a mi lado y por ser la persona más especial que he conocido y con la que quiero estar siempre.

A mi hermano que me ha servido de ejemplo de superación para llegar a ser alguien en la vida y al cual quiero mucho.

A mis abuelos(a) que estuvieron pendientes de mí y mi carrera a lo largo de estos cinco años de incansable esfuerzo.

A mis tíos(a) que han sido como padres para mí y me han enseñado de una forma u otra el camino correcto.

A mis primos(a) que han sido como mis hermanos y que los quiero como tal.

A mis amigas Leidy y Yudy que han sido como mis hermanas y a mis vecinas One, Ufe, Rafe, Zoila y Margot que han seguido toda mi etapa de universitaria como si fuera un familiar más de ellas, mil gracias.

A mis amigas de toda una vida Yanetsi, Laura, Yaira y Yuraimy que estuvieron a mi lado casi toda mi etapa de estudiante y a las que quiero mucho, gracias por permitirme ser alguien importante en sus vidas.

A mis amistades del preuniversitario Dayana, Yanara, la Mona, Pedro García, Papito, Pedro González, Herrera, Parrado, Kenia, Amarilis, Padilla, Milena, Iliana, Alain y Edison a los que quiero mucho y

Agradecimientos

siempre tengo presente, gracias por compartir tantos momentos lindos que guardo como algo muy especial y gracias por siempre estar pendiente de todas mis cosas.

A las primeras personas que me tomaron como familia a mi entrada a la UCI, María de los Ángeles, Yaima, María del Carmen, Yailín y Pedro Salvá, gracias por hacerme sentir como en mi propia casa.

A todas mis amistades del antiguo grupo 1104, con ustedes viví momentos muy lindos y que nunca olvidaré.

A las personas que han hecho que los últimos años en la universidad hayan sido uno de los mejores momentos de mi vida, a Chanel mi paño de lágrimas, Yisell, Yunaldís, Yilo la Rikitimami, la Rubia, Albertini, Mercy, Noralis, la Chiqui y Javier con los que he compartido momentos inolvidables que siempre guardaré conmigo, espero que esta amistad perdure por siempre. Los quiero mucho.

Y al resto de mis amistades que no por ser los últimos son menos importantes, Sergio Claudia, Manuel, Gabriel, Viviana, Medaimy, Claribel, Milay, Lianne, Damián y Elien.

A mi profesora preferida Yaliana, a la cual recordaré siempre.

A mi compañera de tesis y a su novio Renier con los cuales viví momentos que recordaré por siempre, por compartir tantas alegrías y tristezas y principalmente a mi compañera que sin ella este sueño nunca hubiera podido realizarlo, mil gracias.

A todos los que de una forma u otra, formaron parte de mi vida en la universidad.

Grethell



Resumen

Con la presente investigación se propone realizar una indagación de los diferentes métodos de estimación que existen actualmente y de las herramientas que soportan los mismos, con el objetivo de crear un método de estimación para el Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos como propuesta. Por ello se realiza un extenso análisis de algunos métodos de estimación, permitiendo tener una noción de su situación actual. Está demostrado que para lograr una estimación fiable se debe analizar cada disciplina del proceso de desarrollo del software, sin embargo, no existe un método que realice el análisis de las primeras etapas por separado. En base a esta problemática se seleccionan algunas de las principales características del Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos y se analizan detalladamente, teniendo en cuenta los factores que influyen en el resultado de las estimaciones. Se define un nuevo método que responda a las necesidades de la investigación, así como una herramienta que soporte el mismo, facilitando el proceso de estimación en los proyectos del Centro de Informatización de la Gestión de Entidades. Se aplica el método propuesto a un caso de estudio para establecer comparaciones entre el tiempo estimado y real, validándolo finalmente mediante el cálculo del error relativo para así conocer la factibilidad de su aplicación.

Palabras claves: Estimación, Planeación, Método de Estimación, Modelado de Negocio e Ingeniería de Requisitos.



Índice



Índice


Introducción	1
Capítulo 1: Fundamentación Teórica	5
1.1 Introducción.....	5
1.2 Modelado de Negocio e Ingeniería de Requisitos	5
1.3 Estimación de software	7
1.4 Modelos que permiten la planeación de los proyectos de desarrollo de software	8
1.4.1 Modelo CMMI.....	9
1.4.2 Modelo guía del PMBOK	10
1.5 Una buena práctica de la estimación.....	11
1.5.1 Peligros de la estimación.....	12
1.5.2 Estimaciones para el software	14
1.6 Herramientas utilizadas en la estimación de software	19
1.6.1 Herramientas de estimación.....	20
1.7 Conclusiones parciales	23
Capítulo 2: Propuesta del Método de Estimación	25
2.1 Introducción.....	25
2.2 Propuesta del método de estimación para el Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos	25
2.2.1 Cómo realizar la estimación	25
2.2.2 Método de estimación para el Modelado de Negocio	26
2.2.3 Método de estimación para la Ingeniería de Requisitos	32
2.3 Propuesta de herramientas que soportan la estimación.....	37




Índice



2.3.1 Selección de las herramientas a proponer.....	37
2.3.1.1 Herramienta de estimación.....	37
2.3.1.2 Manual de usuario para utilizar la hoja de cálculo	38
2.4 Conclusiones parciales	40
Capítulo 3: Caso de Estudio: Proyecto Planificación por Objetivos	41
3.1 Introducción.....	41
3.2 Aplicación del método de estimación para el Modelado de Negocio.....	41
3.3 Aplicación del método de estimación para la Ingeniería de Requisitos.....	43
3.4 Comparación entre los resultados estimados y reales	44
3.5 Evaluación de la precisión de la estimación	46
3.6 Conclusiones parciales	47
Conclusiones Generales	48
Recomendaciones	49
Bibliografía Referenciada.....	50



Introducción



Introducción

La dirección del país, como parte del fortalecimiento de la empresa estatal socialista ha planteado la necesidad de informatizar los procesos de gestión de las entidades presupuestadas y empresariales a escala nacional utilizando plataformas confiables y eficientes.

Actualmente existen en el país 28 sistemas certificados para llevar la contabilidad y finanzas en las entidades. Sin embargo, estos no cumplen con la totalidad de los requisitos de funcionalidad, interoperabilidad y seguridad que espera el gobierno cubano de una solución de este tipo, de manera que pueda ser utilizada como herramienta para potenciar el cumplimiento de las funciones de las entidades a todos los niveles con un máximo de racionalidad y control de los recursos financieros, materiales y humanos. (J.Alamá, 2008)

En la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) existen numerosos proyectos que fueron creados con el objetivo de la producción del software y los servicios informáticos, los proyectos del Centro de Informatización de la Gestión de Entidades (CEIGE) surgen para solucionar los problemas planteados anteriormente.

La planificación de los proyectos de software tiene como objetivo proporcionar un marco de trabajo, que permita hacer estimaciones razonables de recursos y tiempo. La planificación se logra entonces, mediante un proceso de descubrimiento de la información que lleve a estimaciones razonables.

Durante la primera etapa de desarrollo en el CEIGE los cronogramas no se cumplieron debido a que las estimaciones realizadas en el Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos no fueron efectuadas de la forma más eficiente. La planificación del tiempo se inició una vez diseñados los componentes del software, sin considerar adecuadamente las implicaciones que estos tienen en el cronograma de desarrollo. Se realizaron replanificaciones semanales de la mayoría de los cronogramas de desarrollo. La selección, integración y capacitación de los recursos humanos no se ejecutó según una planificación establecida al respecto. Constituyendo todo lo anteriormente mencionado la **situación problemática**.

Con el análisis de lo antes expuesto se desarrolla este trabajo investigativo sobre la base de darle solución al siguiente **problema de la investigación**:

Introducción

Las estimaciones realizadas respecto al tiempo requerido para el Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos en el CEIGE afectan la planificación con que se ejecutan estas disciplinas y provocan incumplimientos en el cronograma general del proyecto.

Para la solución del problema de investigación se asume como **objeto de estudio** la planificación de los proyectos de desarrollo de software y como **campo de acción** la estimación de esfuerzo y tiempo para el Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos.

Se propone como **objetivo general**: Definir un método para realizar las estimaciones de esfuerzo y tiempo para el Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos, en los proyectos de desarrollo de software de gestión en el CEIGE.

Para dar cumplimiento al objetivo general se definieron los siguientes **objetivos específicos**:

- Realizar un estudio de la situación actual de las estimaciones.
- Realizar un estudio de los métodos de estimación existentes.
- Describir un método de estimación del Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos.
- Aplicar el método definido a un proyecto.

Partiendo de la necesidad que actualmente tienen los proyectos del CEIGE, que los métodos de estimación existentes generalmente no incluyen criterios para estimar el Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos, se traza la siguiente **idea a defender**, al crear un método que sea capaz de estimar el Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos, se podrá realizar una planificación adecuada, que disminuirá la desviación en los cronogramas del proyecto.

La novedad del método radica en tomar en cuenta la cantidad de procesos definidos en estas disciplinas y la influencia de tres factores elementales en el desempeño del Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos: ambiente, cliente y el equipo de desarrollo.

Para lograr un eficiente desarrollo de la investigación y darle cumplimiento al objetivo general trazado se ponen en práctica las siguientes **tareas**:

- Realizar un estudio las características y objetivos de la estimación y planificación.
- Analizar los métodos de estimación existentes en el mundo, para conocer las características de los

Introducción

mismos.

- Describir los elementos que estuvieron ausentes en el método.
- Aplicar entrevistas en los proyectos del CEIGE para conocer el estado de las estimaciones para el Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos.
- Identificar variables y factores que influyen en el resultado de las estimaciones del Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos.
- Definir un método de estimación para el Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos.
- Aplicar el método definido a un proyecto para su validación.

Los métodos de investigación que se emplearon se describen a continuación:

Métodos teóricos:


Modelación: Para establecer un modelo del método a desarrollar y evaluar su comportamiento en diferentes situaciones.

Métodos empíricos:


Medición: Con el propósito de obtener mediciones numéricas de las características de los elementos estudiados.

Métodos específicos:

Entrevistas: Para obtener el criterio de expertos respecto a la influencia de los elementos en el contexto del Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos en el desempeño de estas actividades.



Introducción



La estructura del documento está constituida de la siguiente manera:

Capítulo 1. Fundamentación Teórica: Este capítulo contiene una base teórica para entender el problema planteado. Se describen los conceptos fundamentales para el dominio del problema. Se realiza un análisis de algunos de los métodos de estimación existentes a nivel mundial, en Cuba y en la UCI.

Capítulo 2. Propuesta del Método de Estimación: En este capítulo se define el método de estimación para lo cual se declaran variables que influyen en el Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos. Se obtiene información del Modelado de Negocio y de la Ingeniería de Requisitos en proyectos de desarrollo de software de gestión. Se tiene en cuenta la influencia de los factores ambientales, de los interesados y el equipo de desarrollo en el desempeño de estas disciplina.

Capítulo 3. Validación del Método: Este capítulo presenta los resultados de la evaluación del método a un proyecto mediante un caso de estudio, para establecer una comparación entre el resultado estimado y el real. Además, se realiza la evaluación de la precisión del método, a través del cálculo del error relativo en la estimación, para de esta forma conocer si la aplicación de la propuesta es factible.



Capítulo 1



Capítulo 1: Fundamentación Teórica

1.1 Introducción

En la actualidad existe una gran cantidad de proyectos de software que no llegan a cumplir sus objetivos, una de las razones es desarrollar proyectos en calendarios sumamente ajustados y en algunos casos irreales; lo que ocasiona que se omitan muchos pasos importantes en el ciclo de vida de desarrollo del software y se puede señalar que muchos proyectos fracasan por no realizar un estudio previo de requisitos, la falta de participación del usuario, los requerimientos incompletos y los cambios de los mismos a mitad del ciclo de vida. (Ten, 2005)

El presente capítulo inicia con una descripción del Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos, después se identifican conceptos como estimación y planeación, los modelos de procesos de mejora, los métodos y las herramientas que se utilizan para realizar las estimaciones, para luego dar paso al reconocimiento del problema, seguido por el establecimiento del objeto de estudio y el reconocimiento del alcance y las limitaciones.

1.2 Modelado de Negocio e Ingeniería de Requisitos

“Un software debe añadir valor al negocio que automatiza. Al respecto en el libro Ingeniería de software: Un enfoque práctico, se propone desarrollar un Modelo de Negocio para derivar los requisitos del sistema antes de iniciar la Ingeniería de Requisitos.” (Presmman, 2005)

La fase de inicio de desarrollo de un software tiene como objetivo establecer el alcance del proyecto, incluyendo una visión operacional, criterio de aceptación y delimitar qué debe y qué no debe hacer el producto, definir una arquitectura candidata a partir de los escenarios más complejos, estimar esfuerzos y tiempo y la planificación para todo el proyecto, estimar los riesgos potenciales y preparar un ambiente de soporte para el proyecto. El Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos según propone el Proceso Unificado del Software (*Rational Unified Process, RUP*) son flujos de trabajo fundamentales en esta fase. (Martínez, 2004)

El Modelado de Negocio surge ante el hecho de que muchos de los productos de software que se desarrollan, automatizan algunos o todos los procesos existentes en un negocio, y es necesario estudiar

Capítulo 1

las implicaciones de los cambios producidos por la adopción de estos productos. Hay que entender cómo funciona el negocio que se desea automatizar para tener garantías de que el software desarrollado va a cumplir su propósito, y por esto, se hace un estudio en el dominio. (Félix Londoño, 2009)

“Un Modelado de Negocio es una abstracción de cómo funciona el negocio. (Penker, 2000) Un proceso de negocio es un grupo coherente de actividades que son necesarias para entregar un producto o servicio con un valor tangible para el usuario.” (Nilsson)

Sus objetivos principales son: (Jonás Montilva , 2007)

- Comprender la estructura y la dinámica de la organización en la cual se va a implantar el sistema.
- Comprender los problemas actuales de la organización e identificar las mejoras potenciales.
- Asegurar que los consumidores, usuarios finales y desarrolladores tengan un entendimiento común de la organización.
- Derivar los requerimientos del sistema que va a soportar la organización.

El Modelado de Negocio brinda una visión general de los procesos que existen en un determinado negocio, permitiendo comprender a qué se dedica el mismo, así como establecer una comunicación entre el cliente y el equipo de desarrollo. Una vez en este punto, se hace necesario comenzar a definir lo que debe hacer el sistema, siendo necesario ir a la captura de los requisitos.

“La Ingeniería de Requisitos es el uso sistemático de procedimientos, técnicas, lenguajes y herramientas para obtener el análisis, documentación, evolución continua de las necesidades del usuario y la especificación del comportamiento externo que satisfaga las necesidades del usuario.” (Presmman, 2005)

La Ingeniería de Requisitos o los requisitos en sí, constituyen el enlace entre las necesidades reales de los clientes, usuarios y otros participantes vinculados al sistema. La Ingeniería de Requisitos consiste en un conjunto de actividades y transformaciones que pretenden comprender las necesidades de un sistema de software y convertir la declaración de estas necesidades en una descripción completa, precisa y documentada de los requerimientos del sistema siguiendo un determinado estándar. (José Manuel Márquez, 2008)

Los objetivos de este flujo de trabajo son: (Presmman, Roger. 2005)



Capítulo 1



- Definir el ámbito y la interfaz de usuario del sistema, enfocadas a las necesidades y metas del usuario.
- Establecer y mantener un acuerdo entre los clientes y otros involucrados sobre lo que el sistema debería hacer.
- Proveer a los desarrolladores un mejor entendimiento de los requisitos del sistema, así como una base para estimar recursos y tiempo de desarrollo del sistema.
- Proveer una base para la planeación de los contenidos técnicos de las iteraciones.

Existen tres elementos en el contexto del Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos cuya influencia es necesaria considerar:

Interesados en el Proyecto: Los interesados son el elemento más importante en este contexto. La meta del proceso de desarrollo de software es desarrollar un sistema que satisfaga sus necesidades y expectativas. (María y otros, 1988)

Ambiente: El ambiente impone restricciones y reglas a los procesos de negocio, requisitos y al propio proceso de desarrollo. Según el Estándar 1223-1998 las influencias del ambiente pueden clasificarse en los siguientes grupos que se solapan: políticas, de mercado, estándares y regulaciones técnicas, culturales, organizacionales y físicas. (IEEE, 1998)

Comunidad Técnica: La Comunidad Técnica es la encargada de construir el software que necesitan los interesados, por tanto, deberá desarrollar el análisis, diseño, implementación, prueba, integración y mantenimiento del sistema. (IEEE, 1998)

1.3 Estimación de software

La estimación es una de las primeras actividades de la gestión de proyectos informáticos. En este marco se puede definir como: *“la predicción del personal, del esfuerzo y del tiempo que se requerirán para realizar todas las actividades y construir todos los productos asociados con el proyecto”* (IFPUG, 2009) *“su objetivo es conocer en etapas tempranas y de manera aproximada, la duración y los recursos necesarios para el desarrollo de proyectos de software”* .(Ministerio de Administraciones Públicas, 2008). Es una mirada al futuro y para hacerlo con la mayor exactitud se necesita una buena herramienta de estimación,

Capítulo 1

el estimador debe tener experiencia y contar con una base de información de los proyectos teniendo acceso a la misma.

Los proyectos de desarrollo de software requieren de la estimación como una herramienta para controlar y administrar los recursos que se necesitan y que son utilizados antes y durante el proyecto. No se puede considerar a la estimación como una ciencia exacta ya que existen numerosas variables humanas, técnicas, del entorno y políticas, entre otras, que intervienen en su proceso y que pueden afectar los resultados finales. Sin embargo, cuando es llevada a cabo de forma sistemática, se pueden lograr resultados con un grado aceptable de riesgo y convertirla en un instrumento útil para la toma de decisiones.

La estimación es un proceso continuo que acompaña todo el desarrollo del proyecto y comienza usando pocas variables en un nivel alto de abstracción. A esta primera etapa se la denomina macroestimación y permite obtener valores aproximados de tiempo y esfuerzo para estudiar la viabilidad del proyecto. Una vez comenzado el proyecto y obtenido estos valores se pueden efectuar comparaciones, detectar desvíos en el plan y realizar los ajustes correspondientes. A medida que el proyecto progresa, aumenta la información del mismo, la estimación se torna de grano más fino y los parámetros descriptivos de las etapas iniciales se convierten en otros más detallados (como por ejemplo cantidad de módulos o número de líneas de código). (Daniel, 2009)

Sin tener ninguna duda la estimación en el proceso de gestión de proyectos es una actividad de vital importancia ya que permite conocer cuánto costará en esfuerzo y tiempo llevar a cabo el desarrollo del software.

1.4 Modelos que permiten la planeación de los proyectos de desarrollo de software

La planeación es una disciplina prescriptiva que trata de identificar acciones a través de una secuencia sistemática de toma de decisiones, para generar los efectos que se espera de ellas, o sea, para proyectar un futuro deseado y los medios efectivos para lograrlo. La planeación es establecer un marco de trabajo que permita al gestor de planificación hacer estimaciones razonables para lograr un producto de software con toda la calidad requerida. La planeación efectiva de un proyecto de software depende de la planeación detallada de su avance, anticipando problemas que puedan surgir y preparando con anticipación soluciones tentativas a ellos. (Flor Ramírez , 2008)

Capítulo 1

Existen modelos de mejora de procesos de desarrollo de software, que definen elementos para llevar una buena estimación, aunque no explican cómo realizarlo. Sin embargo, los mismos se consideran importantes para una buena planificación y gestión de proyectos.

1.4.1 Modelo CMMI

Modelo Integrando de Madurez de la Capacidad (*Capability Maturity Model Integration, CMMI*) es un modelo de mejora de procesos de desarrollo, mantenimiento y operación de sistemas de software. Tiene como objetivo el mejoramiento continuo de la calidad de los procesos y productos de una organización y provee una guía para este mejoramiento continuo estableciendo niveles de madurez: -Inicial, Gestionado, Definido,-Gestionado Cuantitativamente y Optimizado. (Pablo Teuber, 2007)

CMMI para el desarrollo, contiene 22 áreas de proceso pero de ellas solo se relacionan con la estimación las que se analizan a continuación:

Planificación de proyectos: El objetivo es proporcionar un marco de trabajo que permita al gestor de planificación hacer estimaciones razonables de recursos y planificación temporal. Las tareas que conlleva la planificación de proyectos son:

- Desarrollar un plan inicial del proyecto.
- Establecer una relación adecuada con todas las personas involucradas en el proyecto.
- Obtener compromiso con el plan.
- Mantener el plan durante el desarrollo del proyecto.

El plan incluye estimación de los elementos de trabajos y tareas, recursos necesarios, negociación de compromisos, establecimiento de un calendario, e identificación y análisis de los posibles riesgos que pueda tener el proyecto. El plan de proyecto es una herramienta de trabajo que se debe de actualizar con mucha frecuencia ya que los requisitos cambiarán, habrá que estimar nuevamente, desaparecerán riesgos y surgirán nuevos. Además, se tendrán que tomar acciones correctivas. (Pablo Teuber, 2007)

Capítulo 1

Medición y Análisis: El objetivo es desarrollar una capacidad de medición que sea usada para ayudar a las necesidades de obtener información del proyecto de desarrollo de software. Los datos tomados para la medición deben estar alineados con los objetivos de la empresa para proporcionar información útil a la misma.

Se ha de implantar un mecanismo de recogida de datos, almacenamiento y análisis de los mismos de forma que las decisiones que se tomen puedan estar basadas en estos datos. Este sistema tiene que permitir además:

- Comparar el rendimiento actual contra el rendimiento esperado en el plan.
- Identificar y resolver problemas relacionados con los procesos.
- Proporcionar una base para añadir métricas en procesos futuros. (Pablo Teuber, 2007)

Concluyendo, el CMMI puede ser utilizado en el CEIGE como guía para realizar las estimaciones, ya que proporciona una serie de principios que permite entregar el software en el tiempo establecido, y así poder cumplir con las expectativas y necesidades del cliente.

Su utilización no resuelve el problema de la investigación ya que este modelo define qué hacer para realizar una mejor estimación de los proyectos de desarrollo de software, pero no concreta cómo desarrollarlo; por tanto, junto a este modelo se debe definir un método de estimación, que en este caso permita estimar el esfuerzo y el tiempo en el Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos. (Pablo Teuber, 2007)

1.4.2 Modelo guía del PMBOK

La guía del PMBOK es un modelo estándar en la gestión de proyectos de desarrollo de software, definido por el Instituto de Gestión de Proyecto (*Project Management Institute*). El mismo contiene dos grandes secciones, la primera sobre los procesos y contextos de un proyecto, la segunda sobre las áreas de conocimiento específico para la gestión de un proyecto. Tiene como objetivo, exponer las disciplinas, técnicas y experiencias aplicables a la dirección de proyectos e identificar el subconjunto de estas secciones, que generalmente es conocido como buenas prácticas. Además, divide el conjunto de conocimientos para la dirección de proyectos en cinco grupos de procesos: inicio, planeación, ejecución, control y cierre. (Institute, 2004)

Capítulo 1

La guía del PMBOK tiene en la segunda sección 9 áreas de conocimiento, pero de ellas solo la de gestión del tiempo del proyecto sirve de guía para las estimaciones. (Institute, 2004)

Gestión del tiempo de proyectos: Tiene como objetivo establecer los procesos necesarios para lograr la culminación del proyecto a tiempo. Los procesos a desarrollar en esta área se mencionan a continuación:

- Definición de las actividades.
- Establecimiento de las secuencias de las actividades.
- Estimación de los recursos de las actividades.
- Estimación de la duración de las actividades.
- Desarrollo del cronograma.
- Control del cronograma.

Los procesos de gestión de tiempo del proyecto, y sus herramientas y técnicas relacionadas, varían por área de aplicación, generalmente se definen como parte del ciclo de vida del proyecto y están documentados en el plan de gestión del cronograma. El plan de gestión del cronograma 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. (Institute, 2004)

Después del estudio de la guía del PMBOK se llega a la conclusión que la misma es utilizada como guía para la dirección de proyectos; estableciendo una serie de normas a seguir para lograr mejoras en las estimaciones. Aunque no ofrece ninguna solución para la estimación de esfuerzo y tiempo del Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos, ya que explica qué se debe hacer para realizar estas estimaciones, pero no explica cómo hacerlo; junto a esta guía se debe definir un método que permita conocer cómo realizar las estimaciones para estas disciplinas.

1.5 Una buena práctica de la estimación

Para realizar una estimación fiable y segura se debe llevar a cabo una secuencia de pasos, primeramente se debe proceder a una búsqueda de toda la información tanto del proyecto como de todo el entorno en el



Capítulo 1



que se va a desarrollar, lo cual orienta mejor el conocimiento de las limitaciones y el objetivo a seguir, para la cual se llevan a cabo generalmente los siguientes pasos:

Seleccionar el Enfoque: Seleccionar un enfoque de medición para el elemento. El enfoque puede emplear un modelo matemático o una técnica basada en relaciones de estimación simple.

Asociar y Calibrar: Asociar el enfoque a la secuencia de actividades del ciclo de vida del proyecto, y calibrar los modelos de estimación asociados con los datos históricos de la organización.

Computar los estimados: Computar los estimados de tamaño, esfuerzo, cronograma y calidad empleando el enfoque o modelo seleccionado.

Evaluar Estimados: Comparar los resultados con las restricciones del proyecto y consideraciones para evaluar el estimado. Si el estimado no satisface las restricciones del proyecto, entonces se deben hacer los ajustes apropiados y rehacer los estimados. (IEEE. 1998)

Los errores más comunes en las estimaciones de software según el Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos de la Universidad de Sevilla son: (Román, 2007)

- Desestimar el tiempo y el esfuerzo necesario para hacer una buena estimación.
- Requisitos imprecisos. Los requisitos van creciendo.
- No se reconoce que los proyectos actuales serán y son diferentes que los anteriores.
- El tamaño del software a desarrollar suele ser estimado con valores muy pequeños.
- Estimaciones forzadas por los recursos disponibles (Si hay que acabar el proyecto en 12 meses y se dispone de 5 técnicos, se estima en esfuerzo como 60 técnicos-día, lo que quiere decir que no se utiliza un método para estimar).

1.5.1 Peligros de la estimación

Existen varios problemas antes de empezar a realizar las estimaciones de tiempo y esfuerzo dentro de los cuales se pueden encontrar:



Capítulo 1



Diferencia entre estimar y negociar: Con la negociación el usuario intenta minimizar el tiempo de entrega, pero lo que no hay que olvidar que las estimaciones tienen en cuenta el personal disponible y el tiempo previsto de entrega.

Gran variedad de capacidad de los técnicos: Las estimaciones deben realizarse en función de la experiencia laboral previa o como caso promedio de los distintos participantes en el desarrollo del sistema.

Peligro de estimar el trabajo propio: Sobreestimación de la capacidad propia, en el peor de los casos se hacen estimaciones optimistas del tiempo requerido para terminar un proyecto. Por estos motivos, es muy importante que las estimaciones las haga otra persona y no el responsable del trabajo.

La insistencia de la administración en estimaciones prematuras detalladas: Resulta más apropiado dar a la administración una serie de estimaciones a lo largo de todo el proyecto, cada cual más precisa y detallada que la anterior.

Dificultad al medir la unidad de trabajo: A la hora de desarrollar un sistema, no existe un acuerdo sobre la forma de medir la unidad de trabajo a realizar. El método más común es medir el número de instrucciones o líneas de código que se deberían escribir.

Estimaciones basadas en suposiciones de tiempo extra no pagado: El trabajar durante mucho tiempo en horas extra, puede hacer que el personal con otros intereses se desmoralice o desmotive.

Debido a lo anteriormente expuesto se puede decir que para lograr una estimación adecuada se debe:

- Evitar las estimaciones improvisadas.
- Reservar tiempo para la estimación y planificarla.
- Usar datos de proyectos anteriores.
- Usar estimaciones realizadas por desarrolladores.
- Estimar por consenso, categorías y entrando al detalle.
- No omitir tareas comunes.
- Utilizar herramientas de estimación de software.
- Utilizar varias técnicas de estimación y comparar resultados.

1.5.2 Estimaciones para el software

Desde el surgimiento de la industria de software se han elaborado numerosos métodos para realizar estimaciones, a partir de los cuales se planifican los proyectos. Hay dos elementos clave que se estiman y planifican en un proyecto el tiempo de desarrollo y los recursos requeridos para ejecutar el mismo. La mayoría de los métodos de estimación toman el tamaño del software como base.

Los primeros métodos de estimación del tamaño del software desarrollados incluyen líneas de código y varias mediciones derivadas de las características técnicas del software por lo que tienen las siguientes limitaciones: (COSMIC, 2009)

1. No pueden ser aplicados tempranamente en el proceso de desarrollo de software.
2. No siempre pueden aplicarse uniformemente a través de la línea de tiempo del software.
3. No son fácilmente comprendidos por los usuarios del software.

El concepto de medición del tamaño funcional (FSM) fue diseñado para cubrir estas limitaciones centrándose en la medición del software partiendo de las funcionalidades requeridas por los usuarios, en lugar de la forma en que el software es implementado. (NESMA, 2001) El análisis de los puntos de función (FPA) fue inicialmente diseñado en 1979 con este propósito y se convirtió en el estándar para estimar el tamaño del software. (Pablo Teuber, 2007)

Con el transcurso de los años numerosas variantes de este método se han desarrollado. A continuación se muestra cómo han evolucionado los principales métodos de estimación del tamaño funcional del software.

International Function Point User's Group (IFPUG)

IFPUG es una organización sin ánimo de lucro. La misión del grupo es ser reconocido como líder en la promoción y el fomento de la gestión efectiva del desarrollo y mantenimiento del software a través del uso del análisis de puntos de función y otras técnicas de medición del software. IFPUG promueve la utilización del análisis de puntos de función como una metodología estándar para la estimación del tamaño del software. (COSMIC, 2009)

Capítulo 1

El método IFPUG 2004, propuesto por este grupo:

- Puede ser aplicado a la medición de software de gestión.
- A partir de los puntos de función sin ajustar, tomando en cuenta la contribución de algunos requisitos técnicos y de calidad provee un método para estimar el tamaño funcional del software.


Se concluye que el método no resuelve los problemas actualmente existentes en el CEIGE, por lo que no se hace recomendable su utilización para estimar esfuerzo y tiempo en el Modelado de Negocio e Ingeniería de Requisitos, ya que no prevé un mecanismo para las estimaciones de estas disciplinas. El mismo se basa en la medición del tamaño del software, mediante el cálculo de puntos de función. Para lograr un resultado de las estimaciones se necesita tener una serie de datos que se obtienen luego de terminado el levantamiento de requisitos, por lo que su uso no resolvería el problema planteado en la investigación.

The Common Software Measurement International Consortium (COSMIC)


COSMIC es una organización de profesionales de la academia y la industria, creada con el objetivo de desarrollar, probar, llevar al mercado y facilitar la aceptación de nuevos métodos de estimación del tamaño del software y las medidas de rendimiento. (COSMIC, 2009)

El método COSMIC 2007 tiene las siguientes ventajas (Nilsson)

- Puede ser aplicado tanto a sistemas en tiempo real como a software de gestión de procesos o combinaciones de ellos.
- Los conceptos subyacentes son compatibles con los métodos modernos para determinar los requisitos y construir el software, el método es fácil de entender y aplicar, y puede ser automatizado.
- La medición de los requisitos funcionales puede ayudar en la determinación de los requisitos. Los requisitos que pueden ser medidos suelen ser claros, no ambiguos y comprobables.
- Incluye el concepto de los puntos de vista (VP) de la medición.



Capítulo 1



Este método al igual que el anterior tiene las mismas limitaciones, ya que es una derivación del IFPUG; no se hace recomendable su utilización para estimar esfuerzo y tiempo en el Modelado de Negocio e Ingeniería de Requisitos, ya que no prevé un mecanismo para las estimaciones de estas disciplinas. El mismo se basa en la medición del tamaño del software, mediante el cálculo de puntos de función. Para lograr un resultado de las estimaciones se necesita tener una serie de datos que se obtienen luego de realizado el levantamiento de requisitos, por lo que su uso no resolvería el problema planteado en la investigación.

Netherlands Software Metrics Association (NESMA)

Es una organización holandesa certificada por la ISO/IEC en las métricas en general, y los puntos de función en particular, fue fundada en 1989 con el propósito de reunir personas y organizaciones para intercambiar conocimientos y experiencia en el desarrollo y aplicación de métricas del software, apoyar la formulación y adopción de estándares en las métricas del software y alentar el desarrollo y aplicación de las métricas del software. (NESMA, 2009)

El método NESMA se basa en el análisis de puntos de función, tomando estos como entrada para desarrollar las ocho actividades propuestas en la metodología. (NESMA, 2001) Para usar este método se requiere una definición previa de los requisitos del software.

Esta organización plantea un método para estimar el tamaño del software muy similar al IFPUG, al igual que los métodos anteriores se estiman calculando el factor de ajuste, mediante los puntos de función. Para lograr el resultado de las estimaciones se necesita conocer datos que se obtienen una vez terminado el levantamiento de requisitos, por lo que no existe un mecanismo para estimar el Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos. Utilizando este método no se resolvería los problemas existentes en los proyectos del CEIGE.

COCOMO II

El modelo original COCOMO se publicó por primera vez en 1981 por Barry Boehm. En 1997 se publicó una segunda versión del modelo: COCOMO II. Los cuatro elementos principales de COCOMO II son (Moreno, 2009)

Capítulo 1

- Preservar la apertura del modelo original. Todos los algoritmos y relaciones están disponibles.
- Desarrollar COCOMO II de forma que sea compatible con el futuro mercado del software.
- Ajustar las entradas y las salidas de los submodelos de COCOMO II al nivel de la información disponible.
- Permitir que los submodelos de COCOMO II se ajusten a las estrategias de proceso particulares de cada proyecto.
- Para apoyar a los distintos sectores del mercado de software proporciona una familia de modelos de estimación de software. Esta familia está compuesta por tres modelos:
 - El modelo de composición de aplicaciones: Indicado para proyectos construidos con herramientas modernas de construcción de interfaces de usuario.
 - El modelo de diseño anticipado: Permite obtener estimaciones aproximadas antes de que esté determinada por completo su arquitectura. Está basado en puntos de función sin ajustar o miles de líneas de código fuente.
 - El modelo post-arquitectura: Este es el modelo más detallado. Se utiliza una vez que se ha desarrollado por completo la arquitectura.

COCOMO II es un método ampliamente aplicado en la industria, correctamente calibrado puede ser muy preciso en las estimaciones. Sin embargo, el método es difícil de aplicar, los valores estadísticos requeridos son difíciles de calcular, sobre todo si no se cuenta con una base histórica de proyectos.

COCOMO II permite estimar el tamaño funcional del software, pero al igual que los métodos anteriores no ofrece un mecanismo eficaz para estimar el Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos, al no tomar en cuenta todos los factores de estas disciplinas que influyen en el resultado de las estimaciones. Aunque es uno de los métodos más íntegros de los estudiados, no es recomendable su utilización en los proyectos del CEIGE ya que su uso no resolvería el problema existente.

Estimación a partir de los puntos de casos de uso

Capítulo 1

Utilizando la relación natural que existe entre los puntos de función y los casos de uso permite obtener una estimación grosera del tamaño del software, que se va refinando en la medida que se tiene más detalles de los requisitos. Se integra con COCOMO II y es muy fácil de utilizar (Peralta, 2004)

- Es difícil de aplicar si no se cuenta con una base histórica de proyectos que provea los coeficientes de conversión. Los valores estadísticos son difíciles de encontrar.
- La estimación por COCOMO II (con puntos de función sin ajustar como entrada), resulta muy útil para estimar un proyecto de forma global, cuando se tiene un conjunto de casos de uso bastante amplio y con escaso nivel de detalle.
- La estimación por puntos de casos de uso resulta muy efectiva para estimar el esfuerzo requerido en el desarrollo de los primeros casos de uso. Aunque el método tiende a sobredimensionar el esfuerzo global del proyecto.

Este método no contiene un mecanismo para la estimación de esfuerzo y tiempo para el Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos, por lo que su utilización en el CEIGE no resolvería los problemas existentes. Tiene en cuenta al realizar sus estimaciones el impacto de la complejidad de los casos de uso, y en el CEIGE el negocio se modela por procesos y estos tienen determinadas características que los diferencian de los casos de uso. Por lo que se puede decir que usando el método no se satisface las necesidades del centro.

Método de Estimación UCI para el desarrollo de software

El desarrollo de este método parte de la necesidad en la UCI de estimar el tiempo y esfuerzo requeridos para desarrollar un producto software.

El primer paso del método es la identificación de la cantidad de Paquetes Funcionales (PF) que potencialmente tendrá el sistema a desarrollar. Estos PF engloban una serie de funcionalidades y estarán compuestos por una determinada cantidad de puntos de función que serán estimada por el método. Estos PF se clasificarán según la complejidad atendiendo al tamaño.

Pasos a seguir para el desarrollo del método: (Productiva,2009)

Capítulo 1

1. Para unificar los puntos de función según la clasificación de los paquetes funcionales, se aplicará una métrica donde influye el Factor Cliente.
2. Para determinar el tiempo de desarrollo por cada etapa identificada se realizó un análisis de lo propuesto por el método de Puntos de Casos de Uso ajustándolo a la UCI. Los ajustes fueron validados y consultados por algunos expertos, definiéndose los porcentos que representan el total de los tiempos dedicados a cada actividad.
3. Para calcular el esfuerzo de desarrollo se tendrán en cuenta todos los tiempos dedicados a las etapas.
4. El total de hombres se obtendrá a partir del esfuerzo y el tiempo estimado de desarrollo.

En este método se tiene en cuenta todo el proceso de desarrollo de software para estimar el esfuerzo y tiempo de los proyectos de desarrollo de software, pero el mismo a pesar de realizar estimaciones en las disciplinas del Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos, presenta algunas limitaciones, al no evaluar profundamente todos los factores que inciden en el comportamiento de estos dos flujos de trabajo que propone RUP. Por todo lo anteriormente planteado no se propone su utilización para resolver los problemas existentes al realizar estimaciones de esfuerzo y tiempo en el Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos presentes en el CEIGE.

Analizados cada uno de los métodos se puede afirmar que los mismos:

1. No proveen mecanismos para la estimación de esfuerzo y tiempo para el Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos.
2. No consideran la influencia de las características de los interesados, el equipo de desarrollo y el ambiente en las estimaciones, para el Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos.

1.6 Herramientas utilizadas en la estimación de software

La estimación dentro de un proyecto es una tarea crítica, que puede conducir al fracaso del proyecto, debido a la larga duración del mismo o a una mala estimación del esfuerzo necesario para ejecutarlo, por lo que es necesario disponer de una herramienta que ayude a tener más conocimiento sobre el proyecto

Capítulo 1

para seleccionar las variables influyentes sobre las desviaciones del proyecto y que proporcione unas estimaciones más acertadas.

Primeramente se debe comprender el significado de **herramienta** es un instrumento que ayuda a realizar un trabajo. Enfocado al área de la informática una **herramienta** es el conjunto de instrumentos empleados para manejar información por medio de la computadora como el procesador de texto, la base de datos, graficadores, correo electrónico, hojas de cálculo, buscadores, programas de diseño, presentadores, redes de telecomunicaciones, etc.

Las herramientas automáticas de estimación permiten al planificador estimar tiempo y esfuerzos, así como llevar a cabo análisis, con importantes variables del proyecto, tales como la fecha de entrega o la selección del personal. Aunque existen muchas herramientas automáticas de estimación, todas exhiben las mismas características generales y todas requieren de una o más clases de datos.

1.6.1 Herramientas de estimación

RASS Estimation

Desarrollado por el Laboratorio del Noroeste del Pacífico (*Pacific Northwest Laboratory, PNL*) para apoyar el departamento de Estados Unidos en la terminación de un gran número de investigación correctiva.

Esta herramienta posee funcionalidades incluidas, también tiene una arquitectura flexible a la cual se le pueden añadir nuevos métodos. Brinda una estimación de forma rápida y con toda la información disponible; sus recursos de planificación son genéricos. Se puede utilizar en cualquier tipo de proyecto sin importar el tamaño y puede utilizar más de un método de estimación. Incluye lo mejor de la facilidad de uso de MS Excel como frente extremo (*front-end*) y MS SQL, además de usar datos de una herramienta externa (*Rational ReqPro*). (Northwest., 2009)

Integra casi todos los métodos de estimación dentro de los cuales se puede encontrar la estimación basada en puntos de caso de uso, COSMIC, COCOMO II, entre otros.

Esta es una herramienta que da nuevos enfoques para preparar estimaciones fiables rápidamente pero después de toda una investigación se puede decir que es utilizada principalmente en EE.UU y el Reino

Capítulo 1

Unido pero su propietario es norteamericano. Las estimaciones que se realizan en ellas son luego de realizados los dos primeros flujos de trabajo dentro del proceso de desarrollo de un software por lo que no es factible su uso para llevar a cabo una estimación del esfuerzo y el tiempo en el Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos.

COSTAR

Es una herramienta de estimación de software que implementa el Modelo Constructivo (COCOMO) descrito por Barry Boehm en sus libros: Ingeniería de Software Economía y Valoración de Costos en Software con COCOMO II. (Román, 2007)

Diferentes gestores de proyectos de software utilizan COSTAR para producir estimaciones de la duración de un proyecto, la dotación de personal y el esfuerzo, ya que permite hacer intercambios y experimentar con los análisis para llegar al plan de proyecto óptimo.

Después de un análisis amplio acerca del funcionamiento y el uso de esta herramienta se puede decir que es factible utilizarla cuando se tiene un previo conocimiento o cierta cantidad de datos acerca del proyecto, pero no es factible para el país ni para la UCI utilizarla ya que su licencia de copia única tiene un valor de \$ 1.900, su licencia de sitio de \$ 5.000 y su oferta por tiempo limitado de \$25,000 además requiere de requisitos de hardware y software como:

- MS Windows 95, Windows 98, NT 4, Windows 2000 o Windows XP.
- 5MB libres en el Disco Duro.
- Mouse o dispositivo señalador compatible.

QUEST™

Proporciona una serie de plantillas para llevar a cabo la estimación. Esta herramienta implementa el método COCOMO II descrito por Barry Boehm. Permite también la estimación de puntos de función, y algunos de los métodos de estimación estadística.

Esta herramienta incluye una versión electrónica de la estimación, como guía esta ofrece una descripción de la utilización en plantillas. También se describen los antecedentes estadísticos, los diferentes modelos

Capítulo 1

para estimar existentes, y una explicación de los temas, el calendario y los mejores métodos para una mejor estimación de esfuerzo y tiempo de software. (SEIR, 2009)

Esta es una de las herramientas más utilizadas en el mundo ya que proporciona una combinación de los diferentes métodos de estimación, con esta combinación de métodos se puede llegar a una estimación más acertada.

Esta herramienta posee tres tipos de licencia:

- Licencia de usuarios individual, con un precio de \$295, basado en Excel.
- Licencia SixPack, con un precio de \$695.
- Licencia del sitio, con un precio de \$3000


Debido a los precios anteriormente mencionados se puede decir que además de no utilizarse para la estimación del esfuerzo y el tiempo en el Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos, no es de fácil adquisición para el país. Por lo que no es recomendable su utilización ya que es muy costosa, y comienza a utilizarse después de terminado el levantamiento de requisitos.

Estimator Pal


Es una herramienta de software que ayuda a los desarrolladores de software a estimar el esfuerzo requerido para ser empleado en diversas actividades durante el desarrollo de software de una manera controlable.

Esta herramienta facilita el uso de las técnicas de estimación siguientes:

- Función de punto de análisis. (FPA)
- Unidades de Software Tamaño. (SSU)
- Objetos Puntos Técnica.
- Técnica de Puntos de Casos de Uso.
- Basado en tareas de estimación Técnica.
- LOC Método.
- COCOMO intermedio.
- FPA Mark II.



Capítulo 1



- Duración (Schedule) Estimación con facilidad para la exportación a MS-Project a través de MS-Excel.
- Puntos de prueba de estimación.

Incluye todas las fórmulas, conforme a los aspectos internacionales acerca del tema, las cuales son incorporadas y no hay necesidad de memorizarlas. [19]

Esta herramienta al igual que QUEST TM es una de las más utilizadas pues cumple con los tres principales aspectos de la estimación, es decir, la estimación del tamaño, el esfuerzo humano y el tiempo. Otra característica única de esta herramienta es que está basada en tareas útiles para la estimación parcial de proyectos de ciclo de vida y los proyectos de mantenimiento.

A pesar de ser una de las herramientas más completas que existe actualmente en el mundo, no hace énfasis en los dos primeros flujos de trabajo del desarrollo de un software, además su adquisición tiene un costo de \$449.99 y necesita de una capacidad en el disco duro de 5411 K por lo que no es factible para el país.

Después de haber realizado un análisis acerca del funcionamiento de algunas de las herramientas que en la actualidad son utilizadas para llevar a cabo el proceso de estimación de esfuerzos y tiempo en un software, se puede decir que no son de gran ayuda en las disciplinas del Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos, puesto que las mismas dan las estimaciones de estos dos flujos de trabajo por probabilidades no eficaces, estas realizan una mejor estimación luego de concluidas las mismas, además su precio en el mercado mundial es muy alto y de difícil adquisición para el país y la universidad. Por lo que se propone realizar las estimaciones de forma manual o utilizando la hoja de cálculo como se hace actualmente en la universidad, por todas las limitaciones encontradas en las herramientas antes mencionadas.

1.7 Conclusiones parciales

Después de analizados algunos de los métodos existentes se llega a la conclusión que los mismos no analizan todos los factores influyentes en la estimación de esfuerzo y tiempo del Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos. Por lo que se propone definir un nuevo método con el objetivo de eliminar las limitaciones y resolver los problemas existentes en las estimaciones de esfuerzo y tiempo de estas



Capítulo 1



disciplinas. Para ello se tendrán en cuenta algunos de los factores que propone el COCOMO II y el método de estimación de la UCI y que influyen notablemente en estos dos flujos de trabajo de desarrollo de software.

Luego de estudiadas algunas de las herramientas existentes en el mundo para llevar a cabo la estimación en los proyectos de desarrollo de software, se puede decir que las mismas no son factibles para realizar estimaciones de esfuerzos y tiempo en los dos primeros flujos de trabajo de desarrollo de un software, debido a que estas se comienzan a utilizar luego de la captura de requisitos. Debido a todo esto, no se propone ninguna herramienta de las anteriormente mencionadas en el estado del arte para estimar el esfuerzo y el tiempo en estas disciplinas. Además de que su costo es muy elevado, y sería muy difícil su adquisición para el uso en la universidad. Se propone hacerlo de forma manual como se realiza actualmente en la universidad, o utilizando la hoja de cálculo.



Capítulo 2: Propuesta del Método de Estimación

2.1 Introducción

El presente capítulo tiene como objetivo contribuir a la mejora de la gestión de las estimaciones en los proyectos del CEIGE, a través de la presentación de una metodología de estimación de esfuerzo y tiempo, que le dará al equipo del proyecto una herramienta y una técnica para poder realizar estimaciones rápidas, precisas y consistentes en el Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos. Con esto, se busca demostrar que se puede obtener mayor valor en un proyecto de desarrollo de software mientras más precisa haya sido su estimación, ya que se aseguraría el cumplimiento total de alcance de éste, evitando recortes de tiempo del mismo durante su desarrollo. Se precisan los elementos principales sobre dicha propuesta, y los aspectos fundamentales de la técnica de estimación seleccionada.

2.2 Propuesta del método de estimación para el Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos

Estimar las primeras etapas del desarrollo de software no ha sido el objetivo central de ninguno de los métodos estudiados en el capítulo anterior, es un punto clave de la investigación proponer un método que se centre en las características del Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos, ya que es importante para el equipo de desarrollo tener una estimación segura y fiable.

La estimación, de forma general, se realizará el principio del proyecto, precisamente para conocer cuántos trabajadores se necesitan o cuánto durará una etapa en el proceso y la planificación es la etapa donde se asigna exactamente quién hace, qué hace y en cuánto tiempo. La estimación y la planificación se harán de forma continua a todo lo largo del proceso de desarrollo de software al inicio de cada etapa.

2.2.1 Cómo realizar la estimación

La presente investigación, propone un método de estimación para el Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos, con el objetivo de que el equipo de desarrollo de software CEIGE logre estimaciones más seguras. En este epígrafe se hará mención de algunas cuestiones a tener en cuenta para realizar las estimaciones, que servirán de base para la utilización del método propuesto.

Para una buena estimación de un proyecto de software se necesita experiencia y buena información histórica, debido a que cada proyecto es diferente, cada empresa es diferente y el contexto de los



sistemas que se desarrollan cambian constantemente, no existe un método que se adapte completamente a cualquier proyecto, así la estimación debe ajustarse localmente.

Existen tres factores que influyen significativamente en las estimaciones para el Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos:

- Interesados en el proyecto.
- Ambiente.
- Comunidad técnica.

Para lograr una eficacia en el uso de estos factores es importante manejar con claridad el ámbito de software y su factibilidad. El ámbito no es más que una descripción narrativa por parte de los usuarios y la factibilidad debe estar orientada en base a la tecnología, financiamiento, tiempo y recursos.

2.2.2 Método de estimación para el Modelado de Negocio

Para definir el método de estimación de esfuerzo y tiempo para el Modelado de Negocio se tomaron en cuenta diferentes factores que influyen en el resultado estimado de estas disciplinas, a continuación se realiza la presentación de la propuesta:

Premisas:

- Realizar una estimación al inicio del proyecto, con el objetivo de realizar el estudio preliminar. Se recomienda que la misma se haga aplicando el Método de estimación UCI v1.2. (Productiva,2009)
- Negociar con el cliente hitos para refinar las estimaciones y las planificaciones del proyecto en la medida en que se clarifiquen los requisitos. Como parte de esta propuesta se recomiendan los siguientes hitos de ajuste a las estimaciones:
 - Inicio de la primera iteración de Modelado de Negocio, con el objetivo de ajustar el tiempo y el esfuerzo requeridos para esta disciplina.
 - Inicio de la primera iteración de Requisitos, con el objetivo de ajustar el tiempo y el esfuerzo requeridos para esta disciplina.
 - Inicio de la primera iteración de Diseño, con el objetivo de ajustar el tiempo y el esfuerzo requeridos para esta disciplina.



Capítulo 2



- Inicio de cada iteración de Implementación.

En el alcance de este trabajo se incluye una propuesta para la estimación del tiempo y esfuerzo requeridos para Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos.

- Se hace un análisis del método utilizado para estimar las disciplinas Modelado de Negocio y Requisitos en el proyecto SIGEP y se listan un grupo de factores que influyen en la estimación de estas disciplinas y que no se han considerado hasta ahora en los métodos de estimación (Fernández, 2007). En el método propuesto en el presente trabajo se consideran estos elementos agrupados según los factores que influyen en la Ingeniería de Requisitos según la Norma 1223-1998 de la IEEE (IEEE, 1998) cliente, equipo de desarrollo y ambiente.
- El método propuesto se basa en el ciclo de vida de los proyectos del CEIGE y las disciplinas de Modelado de Negocio y Requisitos definidos en este centro.

Realizar una estimación al inicio del proyecto, con el objetivo de realizar el estudio preliminar. Se recomienda que la misma se haga aplicando el Método de estimación UCI v1.2 .(Productiva,2009)

1. Identificación de procesos de negocio de nivel 0. Esta actividad debe desarrollarse durante la iteración de estudio preliminar, pues facilita la definición del alcance del sistema para ejecutar los estudios de factibilidad. Esto se documenta en el Mapa de procesos de negocio de nivel 0 del proyecto (a.Vega, 2009), el cual se desarrolla según la Guía para elaborar mapas de proceso de negocio 2.1. (b.Vega, 2009)
2. Estimar el tamaño del Modelo de Negocio.

El Tamaño del Modelo de Negocio (TMN) se estima de la siguiente forma:

(1) $TMN = TP0(SP+1)$ donde:

TP0: Total de procesos de nivel 0.

SP: Es una constante que representa el promedio de subprocesos existentes por cada proceso de nivel 1. Su valor es 7,32. El valor de esta constante se determinó a partir de la información existente de los proyectos SIGEP y ERP, los cuales desarrollaron el Modelo de Negocio identificando subprocesos de la misma forma que establece el Libro de procesos de negocio del CEIGE (c.Vega, 2009). Para ello se calculó el promedio de subprocesos existente por cada proceso de nivel 0 de estos proyectos según la fórmula:

(2) $SP = PP_{n1} (1+PP_{n2})$ donde:



Capítulo 2



PP_{n1} : Es el promedio de procesos de nivel 1 identificados por cada proceso de nivel 0 en los proyectos analizados, en este caso SIGEP y ERP.

PP_{n2} : Es el promedio de procesos de nivel 2 identificados por cada proceso de nivel 1 en los proyectos analizados, en este caso SIGEP y ERP.

Desarrollando:

Tabla 1 Procesos por niveles.

Proyecto	Procesos de nivel 0 (P_{n0})	Procesos de nivel 1 (P_{n1})	Procesos de nivel 2 (P_{n2})	Total
SIGEP	5	19	10	34
ERP	7	43	17	67
Total	12	61	27	101

El promedio de procesos de nivel 1 por cada proceso de nivel 0 es P_{n1}/P_{n0} . En este caso: $61/12 = 5,08$. De donde, por cada proceso de nivel 0 se identifican en los proyectos aproximadamente 5,08 procesos de nivel 1.

El promedio de procesos de nivel 2 por cada proceso de nivel 1 es P_{n2}/P_{n1} . En este caso: $27/61 = 0,44$. De donde, por cada proceso de nivel 1 se identifican en los proyectos aproximadamente 0,44 procesos de nivel 2.

Sustituyendo en (2):

$$SP = 5,08 (1+0,44)$$

$$SP = 7,32$$

Esta constante debe reajustarse con datos de otros proyectos que desarrollen el Modelado de Negocio según este mismo proceso (c.Vega, 2009) utilizando la fórmula (2).

Por tanto:

$$(1) TMN = TP0(7,32+1)$$

$$(1) TMN = TP0*8,32$$

3. Estimar el esfuerzo del Modelado de Negocio.

El Esfuerzo del Modelado de Negocio (E_{mn}) se estima de la siguiente forma:



Capítulo 2



(3) $E_{mn} = FC * TMN$ donde:

FC: Es un factor de conversión cuyo valor es 80,3 horas-hombre, el cual representa la cantidad de horas-hombre requeridas para completar la descripción de un proceso de negocio incluyendo talleres de identificación, descripción y validación con los clientes, así como el tiempo requerido para la elaboración de la documentación correspondiente por los analistas y las revisiones técnicas a los procesos. Este factor se determinó a partir de la información existente del proyecto SIGEP dado que en el ERP los procesos de negocio no se describieron completamente y por tanto la información que se tiene al respecto no considera todas estas actividades. El factor de conversión se determinó dividiendo el total de horas-hombre dedicadas al Modelado de Negocio en SIGEP entre el total de procesos incluido en el Modelo de Negocio según se muestra en (4):

(4) $FC = ER_{mn}/TP$ donde:

ER_{mn} : Es el Esfuerzo Real del Modelado de Negocio en SIGEP.

TP: Total de Procesos incluidos en el Modelo de negocio

El factor de conversión debe reajustarse con datos de otros proyectos que desarrollen el Modelado de Negocio según este mismo proceso. (c.Vega, 2009)

Por tanto:

(3) $E_{mn} = 80,3 \text{ horas-hombre} * TMN$

4. Estimar el tiempo requerido para el Modelado de Negocio

El tiempo requerido para el Modelado de Negocio se calcula considerando los analistas disponibles para realizar esta disciplina.

(5) $T_{mn} = E_{mn}/NA$ donde

NA: Es el número de analistas que participarán en el Modelado de Negocio.

5. Determinar el carácter de la estimación.

Además del tamaño del negocio que se va a modelar, en el tiempo requerido para modelar el negocio influyen otros factores relacionados con el cliente, el equipo de desarrollo y el ambiente. (Fernández, 2007) En los proyectos de la UCI hasta la actualidad no se ha registrado información cuantitativa de estos factores, por lo cual no es posible hacer un análisis empírico de cómo se relacionan estas variables con el esfuerzo y tiempo requeridos para el Modelado de Negocio. No obstante, es posible realizar un análisis cualitativo al respecto utilizando el análisis Debilidades-Amenazas-Fortalezas-Oportunidades (DAFO).



Capítulo 2



Se recomienda realizar este análisis utilizando como guía los factores descritos a continuación, aunque otros elementos pudieran adicionarse por el equipo de proyecto.

Relacionados con el **equipo de desarrollo**:

- a) Nivel de competencias promedio de los analistas. El nivel de competencias de los analistas se evalúa en avanzado o básico según lo establecido en el Libro de procesos de Modelado de Negocio (c.Vega, 2009). Si el nivel de competencias promedio de los analistas es avanzado se considerará este factor como una fortaleza.
- b) Disponibilidad de los analistas. La disponibilidad de los analistas se determina según la siguiente tabla. Esto se refiere a la disponibilidad promedio del equipo de analistas. Si la disponibilidad promedio de los analistas es baja se considerará una debilidad y si es alta una fortaleza.

Tabla 2 Disponibilidad de los analistas.

Disponibilidad de los analistas	Descripción
Baja	Menos de 30 horas a la semana dedicadas al proyecto
Media	Entre 31 y 40 horas a la semana dedicadas al proyecto
Alta	Más de 40 horas a la semana dedicadas al proyecto

- c) Experiencias anteriores de trabajo como equipo. Puede tomar los valores sí o no. Si el valor es sí se considera una fortaleza.

Relacionados con **los clientes** (d.Vega, 2010)

- a) Conocimientos del negocio por parte de los clientes que interactuarán con los analistas.
- b) Disponibilidad de los clientes que interactuarán con los analistas.
- c) Habilidades de comunicación de los clientes que interactuarán con los analistas.
- d) Grado de autoridad de los clientes que interactuarán con los analistas.
- e) Conocimientos de informática de los clientes que interactuarán con los analistas.
- f) Compromiso de los clientes con el proyecto.

Esta información puede obtenerse realizando una encuesta al respecto a los clientes que interactuarán con los analistas según la plantilla existente al respecto (d.Vega, 2010). Si al menos uno de estos



Capítulo 2



elementos tiene un valor negativo en la mayoría de los clientes según lo especificado en dicha plantilla, este factor se considerará como una amenaza.

Relacionados con **el ambiente del proyecto**:

- Definición de procesos de la organización. Se recomienda determinar el estado de los procesos de la organización realizando una evaluación organizacional según lo descrito en el Libro de procesos de Modelado de Negocio (c.Vega, 2009). Si los procesos de la organización no están correctamente definidos se considerará este factor como una amenaza.
- Complejidad del negocio. Se clasifican en baja, media y alta; si es baja se considera una fortaleza, si es alta una amenaza y baja no se toma en cuenta.
- Integración de los procesos del negocio. Se clasifican en baja, media y alta; si es baja se considera una fortaleza, si es alta una amenaza y baja no se toma en cuenta.

La incidencia de las amenazas, debilidades, oportunidades y fortalezas se determina registrándolas en una tabla como la siguiente y a partir de ella calculando la Desviación Estimada (DE)

Tabla 3 Debilidades-Amenazas-Fortalezas-Oportunidades (DAFO)

		Oportunidades			Amenazas			TOTAL
		O1	O2	On	A1	A2	An	
Fortalezas	F1							0
	F2							0
	Fn							0
Debilidades	D1							0
	D2							0
	Dn							0
TOTAL		0	0	0	0	0	0	
Positivas	0							
Negativas	0							

Por cada oportunidad, se calcula su incidencia en las fortalezas y las debilidades mediante la fórmula:



$$(6) IO_n = \text{contarsi}(F1:Dn, "x")$$

Por cada amenaza, se calcula su incidencia en las fortalezas y las debilidades mediante la fórmula:

$$(7) IA_n = \text{contarsi}(F1:Dn, "x")$$

Por cada fortaleza, se calcula su incidencia en las oportunidades y las amenazas mediante la fórmula:

$$(8) IF_n = \text{contarsi}(O1:An, "x")$$

Por cada debilidad, se calcula su incidencia en las oportunidades y las amenazas mediante la fórmula:

$$(9) ID_n = \text{contarsi}(O1:An, "x")$$

La Incidencia de los Factores Positivos (IFP) se calcula como:

$$(10) \quad IFP = \sum IO_n + \sum IF_n$$

La Incidencia de los Factores Negativos (IFN) se calcula como:

$$(11) \quad IFN = \sum IA_n + \sum ID_n$$

Finalmente, se determina la Desviación Estimada (DE) como:

$$(12) \quad DE = IFP - IFN$$

Un valor de DE mayor que cero (0) indica la posibilidad de que el esfuerzo y el tiempo real puedan ser menores que los estimados.

Un valor de DE cercano a cero (0) indica que la estimación debe desviarse poco respecto a los valores reales de esfuerzo y tiempo.

Un valor de DE menor que cero (0) debe tomarse como un riesgo para el proyecto porque indica la posibilidad de que el esfuerzo y el tiempo real excedan los valores estimados.

A continuación se describen los pasos a tener en cuenta para definir el método de estimación de esfuerzo y tiempo para la Ingeniería de Requisitos.

2.2.3 Método de estimación para la Ingeniería de Requisitos

Para estimar el esfuerzo y el tiempo en la disciplina Ingeniería de Requisitos, se siguen las mismas premisas propuestas anteriormente.

Luego de poseer una estimación del esfuerzo y el tiempo en el Modelado de Negocio se hace necesario realizar una estimación para la Ingeniería de Requisitos, de la siguiente manera:



Capítulo 2



1. Identificar los procesos de negocio que fueron resultado del primer flujo de trabajo (Modelado de Negocio). Esta actividad debe desarrollarse al inicio de esta disciplina, con el objetivo de que el analista principal explique al resto del equipo de desarrollo, los conceptos fundamentales que se van a tratar en el levantamiento de requisitos. Aquí se entrega la documentación necesaria para llevar a cabo este estudio. (e.Vega, 2009)
2. Estimar el tamaño de la especificación de los requisitos de software.

El Tamaño de la Especificación de los Requisitos de software (TER) se estima de la siguiente forma:

$$(1) \text{ TER} = \text{TP} * \text{RP}$$

TP: Total de Procesos del último nivel identificados en el Modelado de Negocio.

RP: Es una constante que representa la cantidad promedio de requisitos por cada proceso. Su valor es 11,88. El valor de esta constante se determinó a partir de la información existente en el proyecto SIGEP, dado que en el ERP existieron cambios constantes en los requisitos. En el SIGEP se desarrolló la Ingeniería de Requisitos identificando los diferentes requisitos según establece el Libro de procesos de requisitos 2.0 (e. Vega, 2009). Para ello se calculó el promedio de requisitos por cada proceso, según la fórmula:

$$(2) \text{ RP} = \text{CTR} / \text{CTP} \text{ donde:}$$

CTR: Es la Cantidad Total de Requisitos identificados en la Ingeniería de Requisitos.

CTP: Es la Cantidad Total de Procesos.

Desarrollando:

Tabla 4 Promedio de requisitos por proceso.

Proyecto	Total de procesos (CTP)	Total de requisitos (CTR)	Promedio de requisitos por proceso (RP)
SIGEP	34	404	11,88



Capítulo 2



Sustituyendo en (2):

$$RP = 404 / 34$$

$$RP = 11,88$$

Esta constante debe reajustarse con datos de otros proyectos que desarrollen la Ingeniería de Requisitos según este mismo proceso (e. Vega, 2009) utilizando la fórmula (2).

$$(1) \text{ TER} = \text{TP} * 11,88$$

3. Estimar el esfuerzo de la Ingeniería de Requisitos.

El Esfuerzo de la Ingeniería de Requisitos (E_{ir}) se estima de la siguiente forma:

$$(3) E_{ir} = FC_{IR} * \text{TER} \text{ donde:}$$

FC_{IR} : Es un factor de conversión cuyo valor es 14,66 horas-hombre, el cual representa la cantidad de horas-hombre requeridas para completar la descripción de un requisito en este flujo de trabajo. Este factor se determinó a partir de la información existente del proyecto SIGEP, dado que en el ERP existieron cambios constantes en los requisitos y no hubo una especificación completa de los mismos; por tanto la información que se tiene al respecto no considera todas las actividades. El factor de conversión se determinó dividiendo el total de horas-hombre dedicadas a la Ingeniería de Requisitos en el SIGEP entre el total de requisitos incluidos en la Ingeniería de Requisitos según se muestra en (4):

$$(4) FC_{IR} = ER_{ir} / \text{TR}$$

ER_{ir} : Es el esfuerzo real de la Ingeniería de Requisitos en el SIGEP.

TR: Total de requisitos incluidos en la Ingeniería de Requisitos.

Desarrollando:

Tabla 5 Factor de conversión.

Proyecto	Esfuerzo real (ER_{ir})	Total de requisitos (TR)	FC_{IR}
SIGEP	5922	404	14,66



Capítulo 2



El factor de conversión debe reajustarse con datos de otros proyectos que desarrollen la Ingeniería de Requisitos según este mismo proceso. (e. Vega, 2009)

Por tanto:

$$(3) E_{ir} = 14,66 \text{ horas-hombre} * TER$$

4. Estimar el tiempo requerido para la Ingeniería de Requisitos.

El tiempo requerido para la Ingeniería de Requisitos se calcula considerando los analistas disponibles para realizar esta disciplina.

$$(5) T_{ir} = E_{ir} / NA \text{ donde:}$$

NA: Es el número de analistas que participarán en la Ingeniería de Requisitos.

5. Determinar el carácter de la estimación.

Como se había dicho anteriormente no solo el tamaño de la actividad y el tiempo requerido para desarrollar la misma son factores que influyen, en el caso de la Ingeniería de Requisitos existen otros factores que se deben tener en cuenta para llevar a cabo una buena estimación. Actualmente no se tiene información cuantitativa de estos factores por lo que es imposible llevar a cabo un análisis empírico de los mismos para relacionarlos con el esfuerzo y el tiempo. De manera que se observarán cualitativamente utilizando el análisis Debilidades-Amenazas-Fortalezas-Oportunidades (DAFO).

Se recomienda realizar este análisis utilizando como guía los factores descritos a continuación, aunque otros elementos pudieran ser adicionados según las características que presente el proyecto.

Relacionados con el **equipo de desarrollo** se utilizan los mismos factores que se analizan en el método de estimación para el Modelado de Negocio.

Relacionados con **los clientes** se utilizan los mismos factores que se analizan en el método de estimación para el Modelado de Negocio.

Relacionados con el **ambiente**:

- a) Condiciones: Si los procesos no reúnen la cantidad de condiciones mínimas para proceder al levantamiento de requisitos se considerará como una amenaza. (Fernández, 2007)



Capítulo 2



- b) Documentación: Si existe una buena documentación de la descripción de los procesos se considerará como una fortaleza. (Fernández, 2007)
- c) Flujo: Si se conoce en detalle el flujo que realiza cada proceso se considerará como una fortaleza. (Fernández, 2007)
- d) Estabilidad: Si los requisitos se mantienen estables y sin posibilidades de cambio se considera como una fortaleza. (Fernández, 2007)

Al igual que en el método anterior se utilizará la tabla siguiente para analizar las incidencias de las amenazas, debilidades, oportunidades y fortalezas, registrándolas en la misma y a partir de ella poder calcular la Desviación Estimada (DE). Para obtener el resultado de esta variable se debe seguir los pasos usados en el método de Modelado de Negocio.

Tabla 6 Debilidades-Amenazas-Fortalezas-Oportunidades (DAFO).

		Oportunidades			Amenazas			TOTAL
		O1	O2	On	A1	A2	An	
Fortalezas	F1							0
	F2							0
	Fn							0
Debilidades	D1							0
	D2							0
	Dn							0
TOTAL		0	0	0	0	0	0	
Positivas	0							
Negativas	0							

Para conocer como funciona la matriz DAFO, ver la matriz del método de estimación del Modelado de Negocio, que funcionan de igual forma ambas matrices.



2.3 Propuesta de herramientas que soportan la estimación

En la universidad no es usual el uso de las herramientas automáticas para llevar a cabo actividades como la estimación y medición, ya que se realizan de forma manual, o sea, son los mismos integrantes del proyecto los que llevan a cabo estos procesos sin el apoyo de los software destinados a esos fines. Luego cada uno de los resultados es registrado en los documentos disponibles.

Sin embargo, no se niega que en algunos proyectos productivos además de realizarse este trabajo de forma manual, para una mayor seguridad en la obtención de los resultados se apoyen en determinadas herramientas, fundamentalmente las que son impartidas durante la asignatura de Ingeniería de Software puesto que son las más comunes entre el estudiantado.

Para una mayor eficacia del método, se pasa a la propuesta de una herramienta que soporte al método propuesto anteriormente.

2.3.1 Selección de las herramientas a proponer

Después de estudiada cada herramienta y conocidas las características del método a definir y atendiendo a las necesidades del proyecto CEIGE, se realiza la propuesta.

Atendiendo a las características del método en el que se estimará solo la parte del Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos, y debido a que todas las herramientas estudiadas comienzan a utilizarse después de analizadas estas dos disciplinas, se propone usar la Hoja de Cálculo, en la cual se pueden realizar todos los procesamientos de datos pertinentes del método.

2.3.1.1 Herramienta de estimación

Como hoja de cálculo se propone utilizar el Excel o el OpenOffice ya que ofrece una gran ayuda, siendo relativamente fácil la comprensión de las operaciones básicas, y contando, con funciones estadísticas que facilitan los distintos cálculos. Dispone de un abundante repertorio de figuras y proporciona una hoja de trabajo estándar para registro de datos que permite una rápida transferencia a otros programas estadísticos con una dificultad mínima.

A continuación se detallan cada una de estas herramientas:



Capítulo 2



La hoja de cálculo **Excel** es una aplicación integrada en el entorno Windows que permite la realización de cálculos, así como la representación de estos valores de forma gráfica. A estas capacidades se suma la posibilidad de utilizarla como base de datos.

La hoja de cálculo **OpenOffice** es una aplicación que está disponible para varias plataformas, tales como Microsoft Windows y GNU/Linux. Incorpora una gama amplia de funciones de cálculo tanto elementales como complejas, incluso, permite realizar un análisis estadístico de los datos o trabajar con funciones financieras. Esta herramienta permitirá realizar estimaciones sobre los datos y facilitar así la toma de decisiones.

2.3.1.2 Manual de usuario para utilizar la hoja de cálculo

Modelado de Negocio:



Figura 1 Hoja de cálculo

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2									
3									
4			Total e procesos de nivel 0				Esfuerzo del Modelado de Negocio (horas-hombre)	0	
5									
6									
7			Cantidad de analistas que participarán				Tiempo requerido para el Modelado de Negocio (horas)	#¡DIV/0!	
8									
9									
10			Tamaño del Modelado de Negocio	0			Tiempo en días	#¡DIV/0!	
11							Tiempo en semanas	#¡DIV/0!	
12							Tiempo en meses	#¡DIV/0!	

Modelado de Negocio Ingeniería de Requisitos Otros factores

1. En la casilla D4 se coloca la cantidad de procesos de Nivel 0 que intervienen en el Modelado de Negocio.
2. En la casilla D7 se coloca la cantidad de analistas que participarán en este flujo de trabajo.

La hoja de cálculo se encarga de obtener el valor de las variables restantes, es decir, del tamaño, el esfuerzo y el tiempo estimado para el Modelado de Negocio, ya que se establecen las ecuaciones necesarias para realizar todos los cálculos de forma automática, a medida que la tabla se vaya llenando.

Otros factores (cliente, ambiente, equipo de desarrollo):



Figura 2 Análisis DAFO

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2											
3											
4		Fortalezas	Oportunidades			Amenazas			TOTAL		
5			O1	O2	On	A1	A2	An			
6			F1						0		
7			F2						0		
8			Fn						0		
9		Debilidades									
10			D1						0		
11			D2						0		
12			Dn						0		
13		TOTAL		0	0	0	0	0	0		
14											
15		Positivas	0								
16		Negativas	0								
17											
18											

1. Basándose en los factores descritos en cada uno de los métodos llenar la matriz DAFO, marcando con una X.
2. Para arribar a los resultados ver la valoración que se realiza al final de cada uno de los métodos de estimación.

Para realizar los cálculos para obtener el resultado de la estimación de esfuerzo y tiempo de la Ingeniería de Requisitos, se siguen los mismos pasos descritos anteriormente, solo que se llenará la tabla de acuerdo con los datos que se necesiten para esta disciplina.

2.4 Conclusiones parciales

Con la culminación de este capítulo, se posee la propuesta de un nuevo método de estimación que evalúa por separado el Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos y la herramienta a utilizar para hacer factible el mismo, así como los aspectos necesarios para realizar una correcta utilización del mismo.



Capítulo 3: Caso de Estudio: Proyecto Planificación por Objetivos

3.1 Introducción

En este capítulo se realizará la estimación de esfuerzo y tiempo al proyecto: Planificación por Objetivos, según el método de estimación propuesto en el capítulo anterior. Para establecer una comparación entre el valor estimado y real, para poder llegar a conclusiones sobre la validez del nuevo método definido para estimar esfuerzo y tiempo en el Modelado de Negocio e Ingeniería de Requisitos.

3.2 Aplicación del método de estimación para el Modelado de Negocio

Aplicando la propuesta del método de estimación definido en el Capítulo 2 al caso real se tiene que:

$TMN = TP0 (SP+1)$ donde:

$SP = 7,32$

$TP0 = 2$

Sustituyendo $TMN = 2 (7,32 + 1)$

$= 16,64$

Ahora se calcula el esfuerzo estimado para el Modelado de Negocio:

$E_{mn} = FC * TMN$ donde:

$FC = 80,3$ horas/hombres.

Finalmente, sustituyendo para encontrar el resultado del esfuerzo estimado:

$E_{mn} = 80,3 * 16,64$

$= 1336,19$ horas/ hombres

Ahora se calcula el tiempo estimado del Modelado de Negocio, para compararlo con el tiempo utilizado realmente para desarrollar esta disciplina.

$T_{mn} = E_{mn}/NA$



Capítulo 3



Se tiene que la cantidad de analistas que participaron en esta actividad fueron 4 analistas.

Ya con todos los valores necesarios, se sustituye en la ecuación, quedando que:

$$T_{mn} = 1336,19/4$$

$$= 334,04 \text{ horas o } 41,75 \text{ días}$$

Después de realizada la estimación se pasa a realizar el análisis DAFO:

Factores de equipo de desarrollo que se deben de tener en cuenta:

- a) El nivel de competencia de los analistas es básico, por lo que no se considera ni amenaza, ni fortaleza.
- b) La disponibilidad de los analistas es alta, pues todos trabajaban a tiempo completo, por lo que se considera una fortaleza.
- c) La experiencia de los analistas de trabajo en equipo es considerable, por lo que se considera una fortaleza.

Factores del cliente que se deben considerar:

- a) Los conocimientos del negocio por parte de los clientes que interactuarán con los analistas era escaso, por lo que se considera una debilidad.
- b) Poca disponibilidad de los clientes que interactuaban con los analistas, considerándolo una debilidad.

Factor ambiente que se debe tener en cuenta:

- a) Los procesos del negocio no están bien definidos, ya que se está definiendo una metodología general para usar en todos los proyectos, y no en uno en específico, por lo que está en constante cambio, es considerado una amenaza.

Después de realizado el análisis DAFO la DE= -2, debe tomarse como un riesgo para el proyecto porque indica la posibilidad de que el esfuerzo y el tiempo real excedan los valores estimados.



3.3 Aplicación del método de estimación para la Ingeniería de Requisitos

Se comienza determinando el tamaño de la especificación de requisitos:

$TER = TP * RP$ donde:

$$TP = 10$$

$$RP = 11,88$$

Sustituyendo: $TER = 10 * 11,88$

$$= 118,8$$

$E_{ir} = FC_{ir} * TER$ donde:

$$FC_{ir} = 14,66 \text{ horas-hombre}$$

Por tanto, $E_{ir} = 14,66 * 118,8$

$$= 1741,60 \text{ horas/hombre}$$

Y por último para determinar el resultado del tiempo empleado para el desarrollo de esta disciplina se tiene que:

$T_{ir} = E_{ir} / NA$ donde:

$$NA = 6$$

Sustituyendo: $T_{ir} = 1741,60 / 6$

$$= 290,26 \text{ horas o } 36 \text{ días.}$$

Después de realizada la estimación se pasa a realizar el análisis DAFO:

Factores de equipo de desarrollo que se deben de tener en cuenta:

- a) El nivel de competencia de los analistas es básico, por lo que no se considera ni amenaza, ni fortaleza.



Capítulo 3



- b) La disponibilidad de los analistas es alta, pues todos trabajaban a tiempo completo, por lo que se considera una fortaleza.
- c) La experiencia de los analistas de trabajo en equipo es considerable, por lo que se considera una fortaleza.

Factores del cliente que se deben considerar:

- a) Los conocimientos del negocio por parte de los clientes que interactuarán con los analistas era escaso, por lo que se considera una debilidad.
- b) Poca disponibilidad de los clientes que interactuaban con los analistas, considerándolo una debilidad.

Factor ambiente que se debe tener en cuenta:

- a) Los procesos identificados en el Modelado de Negocio no reúnen la cantidad de condiciones mínimas para proceder al levantamiento de requisitos, ya que los procesos no están bien definidos al estar en constante cambio, al no estar definiendo una metodología para un proyecto específico, sino para cualquier proyecto, se considera una amenaza.
- b) Existe una buena documentación de la descripción de los procesos, se considera una fortaleza.
- c) Se conoce en detalle el flujo que realiza cada proceso, se considera una fortaleza.

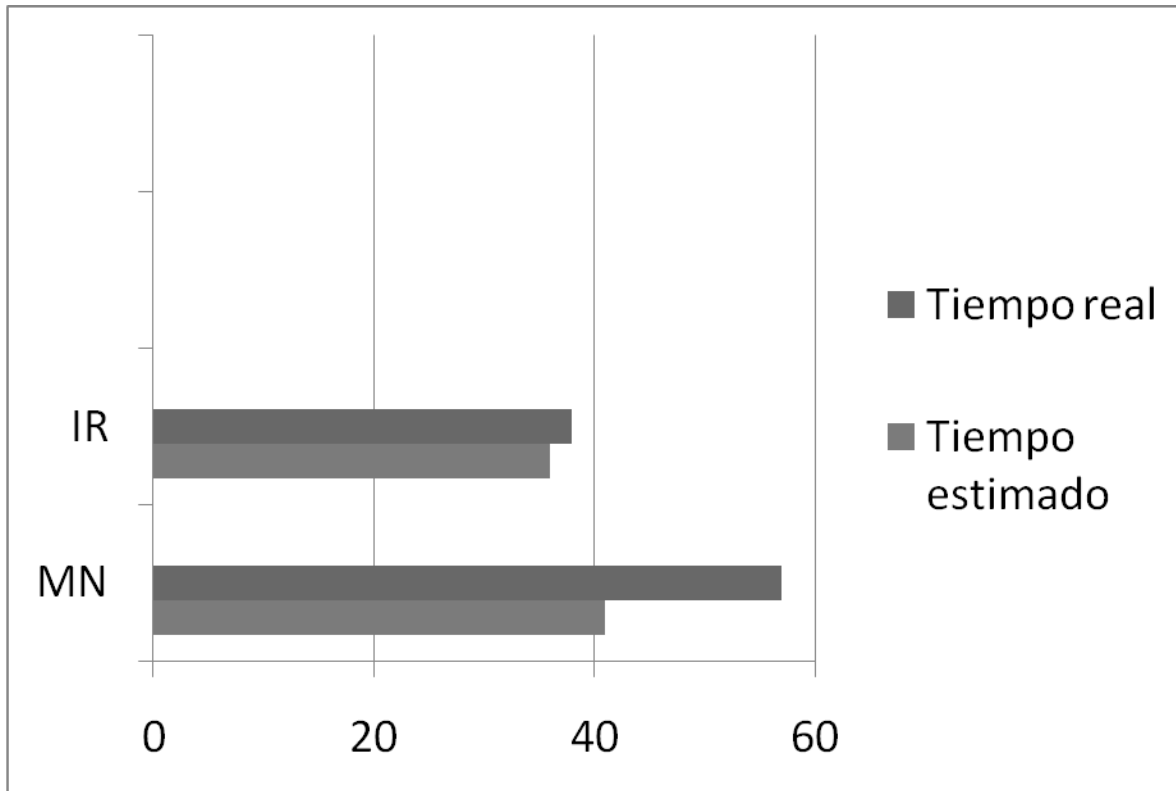
Después de realizado el análisis DAFO la $DE = 2$, indica la posibilidad de que el esfuerzo y el tiempo real puedan ser menores que los estimados.

3.4 Comparación entre los resultados estimados y reales

Luego de aplicado el método de estimación de esfuerzo y tiempo propuesto en el Capítulo 2 se establece una comparación entre el resultado estimado y el real. En la figura 1 se puede observar estos valores.



Figura 3 Tiempo estimado y real del Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos en el proyecto.



El resultado estimado del Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos son 41 y 36 respectivamente, mientras que los resultados reales son 57 y 38, demostrándose lo analizado en la matriz DAFO que los datos reales serían mayores que los estimados, dando cumplimiento a lo establecido en la propuesta del método.

Se debe tener en cuenta que los datos se obtuvieron del cronograma de ejecución del proyecto: Planificación por Objetivos y estos no fueron del todo realistas. Además, para que las constantes sean más exactas se debe utilizar un número mayor de proyectos, ya que esto permitirá obtener estimaciones más precisas.



3.5 Evaluación de la precisión de la estimación

Una vez que el proyecto está terminado, se tiene la oportunidad de comparar los valores reales con los estimados que se hicieron anteriormente. Se supone que V_e es el valor estimado y V_r el valor real: El error relativo en la estimación es: (Cerillo, 1999)

$$ER = |V_r - V_e| / V_r$$

En términos de evaluación del rendimiento de un modelo dado, se podría considerar un buen modelo aquel que consiguiera que $ER \leq 0,25$.

Es importante destacar que si se quiere evaluar el resultado de varios proyectos se deben tener en cuenta otros aspectos, que no se necesitan para evaluar la calidad de las estimaciones en un solo proyecto.

Basado en este estudio se evalúa la precisión de la estimación del método para el tiempo estimado y real, el proyecto: Planificación por Objetivos.

Tabla 7 Tiempo real y estimado en el proyecto: Planificación por Objetivos.

Tiempos	Real	Estimado
Modelado de Negocio	57	41
Ingeniería de Requisitos	38	36
Total	95	77

Con estos valores se evalúa la precisión del método:

$$ER = |V_r - V_e| / V_r$$

$$\text{Sustituyendo } ER = 95 - 77 = 18 / 95 = 0,18$$

Los resultados obtenidos de la evaluación de la precisión de los tiempos para la muestra del proyecto: Planificación por Objetivos demuestra que el método es aceptable ya que $RE < 0,25$. Pero es necesario aclarar que estas evaluaciones aún no muestran la certeza de que el método sea totalmente aceptable,



Capítulo 3



porque en realidad para afirmar la precisión de estos cálculos se necesita una población de proyectos más grandes, aunque confirman la tendencia de estimaciones correctas.

3.6 Conclusiones parciales

En este capítulo se aplicó el método de estimación al proyecto Planificación por Objetivos, para conocer el resultado estimado del tiempo. Se estableció una comparación del tiempo estimado y real, concluyendo que el mismo no estaba muy lejos de la realidad. Culminando con la validación del método el cual se considera aceptable y factible su aplicación.



Conclusiones



Conclusiones Generales

Con el desarrollo de esta investigación se logró realizar un análisis documental sobre los métodos y las herramientas empleadas en Cuba y en el mundo para realizar las estimaciones a los proyectos de desarrollo de software, conceptualizando términos indispensables en el campo de acción. Después de analizar algunos de los métodos existentes se llegó a la conclusión que los mismos no analizan todos los factores influyentes en la estimación de esfuerzo y tiempo del Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos, resultando un factor negativo para la fiabilidad de las estimaciones.


Se definió un método para realizar las estimaciones de esfuerzo y tiempo para el Modelado de Negocio y la Ingeniería de Requisitos, permitiendo a los centros de producción de software del CEIGE tener una noción del tiempo que necesitarán para realizar estas disciplinas, y así lograr que la planificación de las actividades de Modelado de Negocio e Ingeniería de Requisitos sea realista.

Se logró validar la propuesta del método de estimación mediante el análisis de un caso de estudio, que permitió realizar una comparación entre el tiempo real y el tiempo estimado, para llegar a la conclusión que la aplicación del método sería factible.


Recomendaciones

Después de culminado el trabajo, se dejan las siguientes recomendaciones:

- Realizar una capacitación antes de poner en práctica el método de estimación y la herramienta propuesta con el objetivo de preparar a los miembros del proyecto.
- Recoger toda la información de los proyectos del CEIGE para que el valor de las constantes sea actualizado y sea óptima su utilización.
- Utilizar en los proyectos del CEIGE el nuevo método propuesto para las actividades de estimación.
- Realizar una revisión detallada del método propuesto con el objetivo de encontrar posibles mejoras que optimicen su utilización.
- Brindar cursos de estimación a profesores y estudiantes de la Universidad de las Ciencias Informáticas.



Bibliografía



Bibliografía Referenciada

a.Vega,Yanet.2009. *Mapa de procesos del negocio.* 2009.

b.Vega,Yanet.2010 *Guía para elaborar mapas de procesos.*

c.Vega, Yanet. 2010. *Libro de procesos de Modelado de Negocio.* 2010.

Castro, Raúl. 2008. Discurso pronunciado por el General de Ejército Raúl Castro Ruz, Presidente de los Consejos de Estado y de Ministros, en las conclusiones de la primera sesión ordinaria de la VII Legislatura de la Asamblea Nacional del Poder Popular. 2008. 2008.

Cerillo,David. 1999. Estimación del software. [En línea] 1999. http://alarcos.inf-cr.uclm.es/DOC/PGSI/doc/esp/T9899_DCerrillo.pdf.

COSMIC. 2009. *What is COSMIC?* 2009.

d.Vega,Yanet. 2010. *Plantilla de proveedores válidos del negocio.* 2010.

Daniel, J. 2009. *Estimación de proyectos para sistemas basados en conocimiento.*

e.Vega,Yanet. 2009. *Libro de procesos de requisitos.* 2009.

Félix Londoño. 2009. Modelo de Negocio. [En línea] 12 de 08 de 2009. http://www.portafolio.com.co/opinion/columnistas/flixlondoo/ARTICULO-WEB-NOTA_INTERIOR_PORTA-4440999.html.

Fernández, D. Brito y H. 2007. *Análisis del Método de Estimación empleado para el desarrollo del proyecto SIGEP.* 2007.

Flor Ramírez . 2008. Principios de la Planeación. [En línea] 2008. http://www.elprisma.com/apuntes/administracion_de_empresas/planeacion/.

IEEE. 1998. *IEEE Guide for developing System Requirements Specifications.* s.l. 1998.

IFPUG. 2009. About IFPUG. IFPUG Site. [En línea] 2009. <http://www.ifpug.org/about/>..

Bibliografía

Institute, Project Management. 2004. *PMBOK®, Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos*. 2004. 3ra.

J.Alamá. 2008. *Contabilidad: una opinión diferente.* . *Granma.* 2008.

Jonás Montilva . (2007). *Modelado de Negocio del espacio del problema al espacio de la solución.* Obtenido de <http://kuainasi.ciens.ucv.ve/ideas07/documentos/conferencias/ConferenciaJonasMontilva.pdf>

José Manuel Márquez. 2008. ¿Qué es Ingeniería de Requisitos (IR)? [En línea] 27 de 03 de 2008. <http://danielvn7.wordpress.com/category/ingenieria-de-requisitos/>.

Londoño, Félix. 2008. http://www.portafolio.com.co/opinion/columnistas/flixlondoo/ARTICULO-WEB-NOTA_INTERIOR_PORTA-4440999.html. [En línea] 12 de 08 de 2008.

María, Moreno Sánchez – Capuchino Ana. 1988. “*Estimación de Proyectos Software*”. *Máster en Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento, Parte A Módulo I, Unidad IV* . 1988.

Mario Peralta. (2004). *Estimación del esfuerzo basada en casos de uso. CENTRO DE INGENIERÍA DE SOFTWARE E INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO.* Obtenido de <http://www.itba.edu.ar/capis/webcapis/planma.html>.

Martínez, A. (2004). *Guía a Rational Unified Process.* Obtenido de <http://www.dsi.uclm.es/asignaturas/42551/trabajosAnteriores/Trabajo-Guia%20RUP.pdf>

Ministerio de Administraciones Públicas. 2008. *Metodología de Planificación, Desarrollo y Mantenimiento de Sistemas de Información.* [En línea] 2008. <http://www.csi.map.es/csi/metrica3/index.html>

Moreno, Ana María. 2009. *Estimación de proyectos de software: COCOMO II. Escuela Superior de Ingeniería Informática.* 2009.

NESMA. 2001. *Function Point Analysis for Software Enhancement.* 2001.

NESMA.2009. *NESMA Site Home.* 2009.

Nilsson, C. Tolis y A. *Using business models in process orientation.*

Bibliografía

Northwest., Laboratory Pacific. 2009. [En línea] 2009.
http://www.sazp.sk/english/struktura/ceev/raas_en/raas.html .

Pablo Teuber. 2007. Modelo de calidad CMMI. [En línea] 2007.
<http://www.monografias.com/trabajos57/modelo-calidad-cmmi/modelo-calidad-cmmi.shtml>.

Penker, Eriksson y. 2000. Business Modeling with UML. 2000.

Peralta, M. (s.f.). *Estimación del esfuerzo basada en casos de uso. CENTRO DE INGENIERÍA DE SOFTWARE E INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO.* Recuperado el 2009, de <http://www.itba.edu.ar/capis/webcapis/planma.html>.

Presmman, Roger. 2005. *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico.* . s.l. : Felix Varela, 2005.

Productiva, Infraestructura,2009. *Base del método de estimación.*

Román, Maypher. 2007. *PSM: una propuesta para la medición de software en la Universidad de las Ciencias Informáticas.* La Habana, Cuba : s.n., 2007.

SEIR. 2009. CMMI® Process Areas Knowledge Base. Software Engineering .2009.

Ten, S. M. (2005). *1-2-3 de porqué fallan los proyectos informáticos.* Obtenido de <http://www.versioncero.com/articulo/197/1-2-3-de-porque-fallan-los-proyectos-informaticos>



Glosario de términos

B

Barry Boehm: Graduado de B.A de la Universidad de Harvard en 1957. Durante su amplio desempeño profesional se le han conferido gran variedad de distinciones. Sus contribuciones al campo (Ingeniería del Software) incluyen el modelo constructivo (COCOMO), el modelo espiral del proceso del software, el acercamiento de la teoría W (ganar-ganar) a la determinación de la gerencia y de los requisitos del software y a dos ambientes avanzados de la tecnología de dotación lógica, **17, 22**

C

CEIGE: Centro de Informatización de la Gestión de Entidades, **VI, 2, 3, 10, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 25, 27, 37, 46, 47**

ciclo de vida: Un conjunto de fases del proyecto que, generalmente son secuenciales, cuyos nombres y números son determinadas por las necesidades de control de la organización u organizaciones involucradas en el proyecto. Un ciclo de vida puede ser documentado con una metodología., **5, 11, 12, 23, 27**

clientes: Una persona u organización, interna o externa a la organización productora que toma responsabilidad financiera por el sistema. El cliente es el último destinatario del producto desarrollado y sus artefactos., **6, 7, 29, 30, 31, 35, 43**

CMMI: Capability Maturity Model Integration; es un modelo de calidad del software que clasifica las empresas en niveles de madurez. Estos niveles sirven para conocer la madurez de los procesos que se realizan para producir software, **VII, 9, 10, 50**

E

estándar: En informática, conjunto de especificaciones técnicas utilizadas para unificar el desarrollo de hardware o de software, **6, 10, 15, 37**

G

gestión: Actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización, **1, 2, 3, 4, 7, 8, 10, 11, 12, 15, 16, 25, 37**



I

Ingeniería de Software: Es la rama de la ingeniería que crea y mantiene las aplicaciones de software aplicando tecnologías y prácticas de las ciencias computacionales, incluye el manejo de proyectos y otros campos, **5, 22**

interfaz: Punto en el que se establece una conexión entre dos elementos, que les permite trabajar juntos. La interfaz es el medio que permite la interacción entre esos elementos., **7**

M

método:Procedimiento que se aplica para llegar a un fin determinado., **I, VI, VII, VIII, 2, 3, 4, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 32, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 44, 45, 46, 47, 50**

metodología: Define quién hace qué, cómo y cuándo, **15, 17, 25**

P

proceso de desarrollo de software: Es el conjunto de técnicas y procedimientos que nos permiten conocer los elementos necesarios para definir un proyecto de software., **7, 15, 20, 25**

procesos: Atributos de actividades relacionadas con el software, **1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 16, 19, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 39, 42, 43, 48**

proyecto: Un proyecto es una acción en la que recursos humanos, financieros, y materiales se organizan de una forma para acometer un trabajo único. En este trabajo dadas unas especificaciones y dentro de unos límites de costos y tiempo, se intenta conseguir un cambio beneficioso dirigido por unos objetivos cualitativos y cuantitativos, **VIII, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 40, 43, 44, 45, 47, 48**

R

Requisitos: Características que el producto debe poseer, **I, VI, VII, VIII, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 32, 33, 34, 35, 37, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 49**



S

software: Conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas para ejecutar ciertas tareas en una computadora, **VI, VII, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 33, 37, 46, 48, 49, 50**

U

UCI: Universidad de las Ciencias Informáticas, **1, 3, 4, 19, 24, 29**