

Método de estimación de costos de un producto de software Web

Jorge E. Diaz Villegas

Gabriela Robiolo

Universidad de la Frontera, CEIS, Chile

Universidad Austral, FI, Argentina

jorge.diaz@ceisufro.cl

grobiolo@austral.edu.ar

Abstract. La determinación de costos de un producto es un aspecto clave en todo proceso de comercialización. Un cálculo adecuado permite ganar clientes asegurando la vida y expansión de las empresas. Estos aspectos han motivado al Centro de Estudios de Ingeniería de Software de la Universidad de la Frontera (CEIS-UFRO) a desarrollar un método que partiendo de una especificación de requerimientos basada en casos de uso y la productividad, llega a definir el costo de un producto de software transaccional Web. Es un método que es adaptable a las características particulares del proceso de desarrollo, del grupo de desarrollo, del producto y de la empresa. El presente artículo describe en forma completa el método y realiza una validación inicial por medio de un cuasi-experimento, desarrollado para aplicaciones Web y grupos de desarrollo de 3 a 5 personas. Se concluye: a. es posible reproducir el método, b. la estimación de esfuerzo es sensible a la definición de un valor de productividad, c. la subjetividad introducida por los estimadores no invalida el método, d. es necesario para obtener una validación completa del método incorporar en futuras replicar productos web diferentes y una mayor cantidad de estimadores con diferentes niveles de experiencia.

Keywords: estimación de esfuerzo, UCP, costos de software, ingeniería de software experimental

1 Introducción

La estimación de esfuerzo es un aspecto de particular importancia en la ingeniería de software donde se han desarrollado diferentes métodos basados en el tamaño final del producto (Línea de Código [1]) o en la funcionalidad esperada del producto (Puntos Función [2] y COSMIC [3]). Otros, han desarrollado un método para una definición de requerimientos en particular, como ser Puntos Casos de Uso (UCP) [4]. La ventaja de estimar sobre la base de casos de uso es que permite realizar una estimación temprana sobre un conocimiento cierto de los requerimientos a desarrollar.

Estimar tempranamente el esfuerzo medido en horas hombre (HH) requerido para el desarrollo de un determinado producto es particularmente impor-

tante para las empresas que se dedican al desarrollo de productos de software, ya que éste es uno de los principales factores del costo de un producto de software [5]. Al mismo tiempo, el tamaño del producto impacta directamente en los recursos profesionales disponibles para el desarrollo del producto.

Existen numerosos métodos de estimación de esfuerzo basados en el tamaño de un producto de software [2-4, 6], pero estos en general, no incluyen todos los aspectos requeridos en la determinación de los costos.

La determinación del costo de un producto de software es un aspecto clave en todo proceso de comercialización de servicios de desarrollo. Un cálculo de costo adecuado permite ganar clientes asegurando la vida y expansión de las empresas. Si bien es necesario para todas las empresas, es particularmente crítico para las pequeñas y medianas empresas, porque un error en el costo de un proyecto de envergadura puede llevar a la empresa a una crisis financiera.

Estos aspectos han motivado al Centro de Estudios de Ingeniería de Software de la Universidad de la Frontera (CEIS-UFRO) a desarrollar un método de estimación de costos de productos de software transaccional web que se basa en las técnicas de estimación temprana basada en casos de uso y productividad, incorporando aspectos complementarios que posibilitan llegar a definir el costo de un producto.

Este método se ha desarrollado de forma experimental a partir de la experiencia adquirida en el CEIS UFRO en más de 10 proyectos de desarrollo de sistemas de software transaccional Web durante los últimos 5 años y la adaptación de técnicas de estimación temprana de esfuerzo. Por proyectos Web se entiende el desarrollo de servicios de software que los usuarios pueden utilizar accediendo a un servidor Web a través de Internet o de una intranet mediante un navegador. Ha sido aplicado con éxito en proyectos Web mayores a 1000 HH y equipos de 3 a 5 desarrolladores, tamaño tipo de los proyectos desarrollados en CEIS UFRO, que responde a las características particulares de las pequeñas y medianas empresas de Temuco (Chile), donde desarrolla sus actividades la Universidad de la Frontera. Es flexible porque puede ser ajustado a la realidad de cada equipo de desarrollo de software.

En el presente artículo presentamos una descripción del método de estimación de costos CEIS-UFRO y un cuasi-experimento donde se analizan un conjunto de estimaciones realizadas sobre un mismo producto y se las compara con el valor real de esfuerzo requerido. Finalmente, analizamos los trabajos relacionados y detallamos las conclusiones finales.

2 Método de cálculo del costo de un producto

Es un método que es adaptable a las características particulares del proceso de desarrollo, del grupo de desarrollo, de las técnicas y herramientas utilizadas, y de las características del producto y de la empresa. Abarca dos etapas

bien diferenciadas: a) la estimación de esfuerzo medido en horas hombres (HH) necesarias para desarrollar el producto y b) el cálculo del costo del producto. La primera etapa comienza determinando los flujos de trabajo del ciclo de vida del producto y el porcentaje proporcional de esfuerzo que les corresponde con respecto a la totalidad. Posteriormente es necesario determinar la productividad del grupo de trabajo usando datos registrados o estimando este valor en caso que no exista. Luego se estima el tamaño basado en la técnica de casos de uso [4] y el esfuerzo del producto de acuerdo al registro de productividad. Finalmente sobre la base del esfuerzo se calcula el costo del producto.

2.1 Estimación de esfuerzo

Para el cálculo de la estimación de esfuerzo es necesario realizar los siguientes pasos:

Determinación del porcentaje de esfuerzo de cada flujo de trabajo con respecto a la totalidad del esfuerzo del producto. Se realiza identificando los flujos de trabajo del ciclo de vida del proyecto de desarrollo y asignándoles un porcentaje relativo a la totalidad de esfuerzo requerido. A modo de ejemplo, en la Tabla 1 se muestran los intervalos sugeridos para proyecto Web a partir del registro histórico de esfuerzo del equipo de desarrollo CEISUFRO. Dichos intervalos se definen a partir de la estrategia de desarrollo del equipo y el registro de esfuerzo histórico en proyectos similares, en un lapso de 10 años. Cabe destacar que cada equipo de desarrollo ajusta los porcentajes y las definiciones de las etapas en base a su estrategia y características del producto y proyecto asociado. Esta distribución determina las necesidades de perfiles profesionales específicos del equipo de desarrollo y esta determinado por el modelo de desarrollo, herramientas y técnicas utilizadas.

Table 1. Rango de porcentajes parciales de esfuerzo para software Web

Etapas	Rango	Porcentaje cuasi-experimento
Relevamiento Inicial	(3%-5%)	5%
Especificación	(17%-25%)	25%
Análisis	(10%-15%)	15%
Arquitectura y Diseño técnico	(10%-15%)	10%
Construcción-Implementación	(20%-30%)	30%
Testing	(10%-20%)	15%

La Construcción-Implementación es la base sobre la cual se cuantifica la productividad asociada a la implementación de los principales artefactos de

software, es lo más tangible y fácil de medir, representa el resultado que determina el nivel de satisfacción. Además posibilita estimar el esfuerzo total requerido para todo el ciclo de vida a través de la extrapolación porcentual. Por ejemplo, si la Construcción-Implementación es un 30%, esto significa que el resto de flujos de trabajo representa el 70%.

Determinación de la productividad. La productividad se define como el cociente entre Esfuerzo y UCP [7]. Existen dos escenarios alternativos:

- a. La productividad del grupo de trabajo es conocida: se asumen los valores promedios históricos registrados en la construcción-implementación de los principales artefactos de software.
- b. Se calcula la productividad, en base a la experiencia de ingenieros de desarrollo expertos medida sobre un conjunto de artefactos de software en los que se descomponen la implementación de las funcionalidades del sistema:
 - Estimación del esfuerzo promedio requerido por artefacto para la etapa del ciclo de vida de desarrollo de Construcción e Implementación. Uno o más estimadores determinan el valor de esfuerzo por tipo de artefacto. La descripción de un ejemplo de artefactos se muestra en la Tabla 2. En caso de haber más de una estimación se calcula el promedio. Se aclara que la definición de los artefactos de software depende de la arquitectura estructural y características de software que se produce, del tipo de herramientas (framework), plataformas tecnológicas y bibliotecas y componentes reutilizables.
 - Cálculo del esfuerzo por artefacto para la totalidad del ciclo de desarrollo del producto. Aplicando una regla de tres simple y considerando que los valores son definidos para la etapa de Construcción e Implementación, se toma el porcentaje definido para esa etapa (ver Tabla 1) y se obtiene el esfuerzo promedio por artefacto para la totalidad del ciclo de desarrollo.
 - Traducción de Esfuerzo a UCP. Se toma el mayor valor estimado por artefacto como una unidad de referencia y se calcula el resto de los valores en forma proporcional.

A modo de ejemplo, en la Tabla 2, se muestra el cálculo de la productividad para aplicaciones Web, donde 23.33 es el valor de esfuerzo para el artefacto "Excepciones". Se define el Esfuerzo para un 1 UCP como el mayor valor de la tabla, esto es 23.33 y se calcula proporcionalmente los porcentajes del resto de los otros artefactos, aplicando una regla de tres simple.

Tabla 2. Estimación de Esfuerzo por artefacto y su traducción a UCP

Artefactos	EE ₁	EE ₂	EE ₃	EE ₄	Esfuerzo Promedio (C e I)	Esfuerzo	UCP
Pantallas de Entrada	4	5	6	5	5.00	16.7	0.71
Pantallas Salida y Reportes	2	2	2	3	1.50	5.0	0.21
Gestión de Archivos	2	3	3	3	2.75	9.2	0.39
Transacción de Datos	3	3	4	4	3.50	11.7	0.50
Excepciones	5	7	7	9	7.00	23.3	1.00
Operación	2	2	3	3	2.50	8.3	0.36
WebService, REST	3	4	4	5	4.00	13.3	0.6

Estimación del tamaño del producto de software. El valor de UCP se calcula aplicando la fórmula 1.

$$UCP = (UCP_{cu} + UCP_a) \times FTT \times FET. \quad (1)$$

Siendo UCP_{cu} el valor de los UCP para el conjunto de casos de uso, UCP_a el valor de los UCP para los actores, FTT el Factor Técnico Total y FET el Factor de Entorno Total.

UCP_{cu} . Para cada caso de uso se identifican la cantidad de artefactos diferenciados por tipo. Se multiplican las cantidades por tipo de artefacto por el valor de conversión a UCP definido en la Tabla 2. Se obtienen la cantidad de UCP por caso de uso (ver formula 2).

$$UCP_{cu} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m CAR_{ij} \times PAR_{ij}. \quad (2)$$

Siendo CAR_{ij} la cantidad de artefactos, PAR_{ij} el porcentaje con respecto a la unidad establecido para cada artefacto (ver ejemplo en Tabla 2, columna UCP), i los casos de uso y j los tipos de artefactos.

Actores. El valor de los UCP es igual a la cantidad de actores por el peso asignado (ver formula 3).

$$UCP_a = \sum_{i=1}^4 CA_i \times PA_i. \quad (3)$$

Siendo CA_i la cantidad de actores de un determinado tipo y PA_i el peso por tipo de actor. La Tabla 3 muestra los pesos asignados por tipo de actor, en esta tabla se incorpora una categoría adicional a las presentes en la técnica original [4] de estimación de esfuerzo con casos de uso.

Table 3. Descripción de los tipos de actores y sus pesos

Tipo de Actor	Descripción	Peso
Simple	Es otro sistema externo que se comunica con una API definida. La API puede estar implementada en un protocolo estándar, DLL, REST, SOAP, RPC.	1
Medio	Es otro sistema que se comunica a través de un protocolo propietario implementado sobre TCP/IP o corresponde a un usuario que se comunica a través de línea de comando.	2
Complejo	Es un usuario final que interactúa a través de una interfaz gráfica Web.	3
Muy Complejo	Es un usuario que interactúa a través de una interfaz gráfica en área privada a través de aplicaciones Web para funciones especiales o de administración.	4

Factor Técnico Total (FTT). Los Factores Técnicos (FT) y el peso correspondiente que permiten determinar la complejidad del producto a desarrollar son iguales a los reportados en [4]. Los estimadores asignan al producto un valor de influencia entre 0 y 5, siendo 0 una influencia nula y 5 una gran influencia. El FTT se calcula aplicando la fórmula 4.

$$FTT = 0.6 + (0.01 \times \sum_1^{13} PT_i \times IT_i) . \quad (4)$$

Siendo PT_i los pesos y IT_i la influencia de cada FT. La influencia en el proyecto se evalúa en un rango de 0 a 5, considerando desde una influencia nula a una muy alta.

Cálculo del Factor de Entorno Total (FET). Los Factores Entorno (FE) son los mismos que figuran en [4] a excepción que se incorporan dos factores complementarios a los presentados por la técnica estimación original: Planificación rígida y Madurez del proceso de desarrollo. Los estimadores asignan al producto un valor de influencia entre 0 y 5, siendo 0 una influencia nula y 5 una gran influencia. El FTT se calcula aplicando la fórmula 5.

$$FET = 1.4 - 0.03 \times \sum_1^{10} PE_i \times IE_i) . \quad (5)$$

Siendo PE_i los pesos y IE_i la influencia de cada FE

Cálculo de esfuerzo del producto. El esfuerzo estimado del producto (EE) se calcula aplicando la fórmula 6.

$$EE [HH] = UCP \times PR \frac{[HH]}{[UCP]} . \quad (6)$$

Siendo PR la productividad previamente definida.

2.2 Cálculo del costo del producto.

Finalmente, el costo del producto (CP) se calcula aplicando la fórmula 7.

$$CP = (EE \times CPH) + GA + ME + CF. \quad (7)$$

Siendo,

EE: Esfuerzo estimado a partir de la fórmula 6, **CPH:** El costo promedio por hora de trabajo de los profesionales del equipo de desarrollo, **GA:** Gastos adicionales de operación del proyecto (viajes, subcontración de servicios, capacitación especial, etc), estos gastos dependen de la naturaleza del proyecto y su localización, **ME:** Margen de error, porcentaje promedio estimado a partir de la percepción de completitud del levantamiento de casos de uso (especificaciones), el error disminuye mientras más profunda es la especificación de casos de uso. Este margen posibilita la incorporación y gestión de imprevistos del proyecto. Se considera que un buen levantamiento inicial considera el 70%-90% de las funcionalidades finales del sistema y **CF:** Costos fijos, todos los proyectos tienen costos fijos asociados a la infraestructura física, staff de soporte administrativo y de gerencia. En general es un porcentaje estructural de un 20% - 30% del proyecto dependiendo la realidad de cada empresa.

3 Cuasi-experimento

Con la finalidad de evaluar la efectividad de este método de estimación se definió un cuasi-experimento [8] donde se comparó los resultados obtenidos en la estimación de esfuerzo aplicando la primera etapa del método CEIS-UFRO (cfr. 2.1) versus las horas reales de desarrollo de un producto en particular. A su vez, los errores de estimación fueron contrastados con los errores reportados para el método UCP [9-12]. La hipótesis a verificar son las siguientes:

H_0 : La media de los MRE (MMRE) obtenidos al aplicar el método de estimación CEIS-UFRO es igual a la MMRE reportados por el método UCP.

H_1 : La MMRE obtenidos al aplicar el método de estimación CEIS-UFRO es menor a la MMRE reportados por el método UCP.

Se seleccionó el método no paramétrico de Wilcoxon [13] para realizar la prueba de hipótesis para un nivel de significación a 0.05, debido a que no supone que la distribución de la población de interés es normal.

Además, se evaluó la aceptabilidad del método aplicando el criterio definido por Conte, Dunsmore, y Shen [1] los cuales definen la medida de Calidad

de la predicción (CP) para un conjunto de n proyectos, si k es el número de proyectos cuya MRE es menor o igual que 25%, como el cociente entre k y n . Se consideran que son aceptables los métodos de estimación que tienen un CP mayor al 75% [1].

Las estimaciones del esfuerzo se realizaron en el contexto de un curso de maestría (Gestión de proyectos de software), en la Universidad de la Frontera. Participaron en este experimento 9 profesionales de software activos en la industria (sujetos experimentales), con un promedio de 3 años de experiencia.

Cada alumno aplicó el método de estimación CEIS-UFRO a un proyecto de un Sistema de Activos Físicos (SAF) -objeto experimental-, que tiene por objetivo el registro de los activos físicos de una empresa. Utilizó para realizar la estimación la definición de requerimientos basadas en 15 casos de uso escrito en el departamento de Tecnología y Sistemas (T&S) de la Universidad Austral, donde se desarrolló realmente el sistema. Este fue presentado en un documento de 21 páginas. Junto a la definición de requerimientos se les entregó a los participantes una descripción de las herramientas de implementación, lenguaje y Base de Datos utilizadas en el desarrollo real del sistema.

El valor de las horas hombre reales de SAF se calculó en base a las HH de las tareas de la etapa de Construcción e Implementación del desarrollo de SAF. Estos valores se obtuvieron de un registro de horas trabajadas utilizado para la gestión de departamento T&S. Considerando que la etapa de Construcción e Implementación corresponde 30% del total de esfuerzo del desarrollo del Producto, fácilmente se obtuvo el valor del esfuerzo del desarrollo completo del producto.

Los aspectos controlados son los siguientes: el valor del esfuerzo real del SAF, no se les dio a conocer a los sujetos experimentales y la especificación de los casos de uso, se utilizó la misma que fue hecha por el grupo de desarrollo real del SAF.

El método de estimación CEIS-UFRO se aplicó con las siguientes características: a. *Porcentaje asignado a cada etapa del desarrollo*. A partir de la experiencia de los sujetos experimentales se definió y acordó los porcentajes de esfuerzo de los flujos de trabajo del ciclo de desarrollo. La Tabla 1 muestra la selección de valores realizada. b. *Productividad*. La clasificación de los artefactos de software y la estimación de esfuerzo de construcción asociado se determinó a través de la caracterización de un artefacto promedio en detalle que fue dimensionado por cada profesional de forma individual y luego se concentró la estimación y se determinó el valor promedio para cada uno. El cálculo de productividad definió un valor de productividad del equipo de desarrollo igual a 23.33 [HH/UCP] y se presenta en la Tabla 2.

3.1 Descripción de los resultados

Se muestra en la Tabla 4 un resumen de las estimaciones realizadas por los sujetos experimentales, del producto en su totalidad. El cálculo de los errores relativos (ErR), la magnitud relativa del error (MRE), la media (M) y la desviación estándar (DS) de las estimaciones de esfuerzo, considerando que el esfuerzo real del desarrollo del SAF son 1307 HH.

Table 4. Resumen de las estimaciones de esfuerzo

ID	FTT	FET	UCP _{cu}	UCP _a	UCP	EE	ErR	MRE
1	1.02	0.86	39.07	10.00	42.83	999.47	24%	24%
2	0.98	0.92	53.50	10.00	57.25	1335.87	-2%	2%
3	1.03	0.89	38.32	10.00	44.08	1028.56	21%	21%
4	1.04	1.12	54.50	11.00	75.59	1763.73	-35%	35%
5	1.00	1.27	33.29	10.00	54.48	1271.26	3%	3%
6	0.85	1.13	48.75	10.00	56.43	1316.69	-1%	1%
7	0.76	1.19	44.04	10.00	48.87	1140.30	13%	13%
8	1.04	1.06	36.00	16.00	56.78	1324.87	-1%	1%
9	1.12	0.73	45.00	11.00	45.47	1061.01	19%	19%
M	0.98	1.02	43.61	10.89	53.53	1249.09	4%	13%
DS	0.11	0.18	7.57	1.96	10.07	234.88	18%	12%

El signo de los ErR nos muestra que cinco estimaciones son sub-valoradas (signo positivo) y 4 las sobre-valoradas (signo negativo). Los valores de los MRE están dentro de un intervalo de [1%..35%]. La media y la desviación estándar del MRE es de 13% y 12% respectivamente.

En el proceso de estimación todos los sujetos experimentales consideraron un gasto adicional por el desarrollo de la Aplicación Android, a excepción del alumno que realiza la estimación 4, que corresponde a la estimación que tiene el mayor error. Es probable que el alumno haya sobrecargado la estimación para compensar la no inclusión del adicional. Por esta circunstancia este valor podría ser considerado un valor atípico.

Fue posible rechazar la hipótesis nula en favor de la alternativa al aplicar el método de Wilcoxon a un nivel de significación igual al 0.05 y un valor de p igual a 0.01.

Si se calcula el CP para el total de las estimaciones obtenemos un valor del 88%. Si no se incluye la estimación 4, el coeficiente es igual al 100%. Resultados que se consideran muy buenos debido a que son aceptables los métodos de estimación que tienen un CP mayor al 75% [1].

También es interesante considerar la media y la desviación estándar del MRE sin considerar la estimación 4, obteniendo el valor de 10% en ambos casos.

3.2 Discusión

Es necesario destacar que el experimento presentado compara solamente el valor de esfuerzo real con los estimados, aplicando el método solamente en su primera fase. No fue posible comparar el costo del producto dado que no fue posible disponer de esos datos por razones de confidencialidad. Si bien es un análisis parcial del método, resulta interesante debido a que estamos analizando la base sobre la cual se estipula el costo del producto. Además, la determinación del costo de la HH por perfil y la utilidad esperada son políticas propias de las empresas que a su vez están influenciadas por factores de mercado, aspectos no incluidos en este experimento.

En la Figura 1 se muestra la variación de la los ErR al variar la productividad en el intervalo [5.83-40.82]. Se observa en la figura que la selección de una productividad del 23.33 es una buena opción, dado que MMRE=13% y una DSMRE=12. Una productividad del 29.16 tiene una media mayor MMRE=21% y una DSMRE= 21%, donde los mayores errores están sobre-estimados.

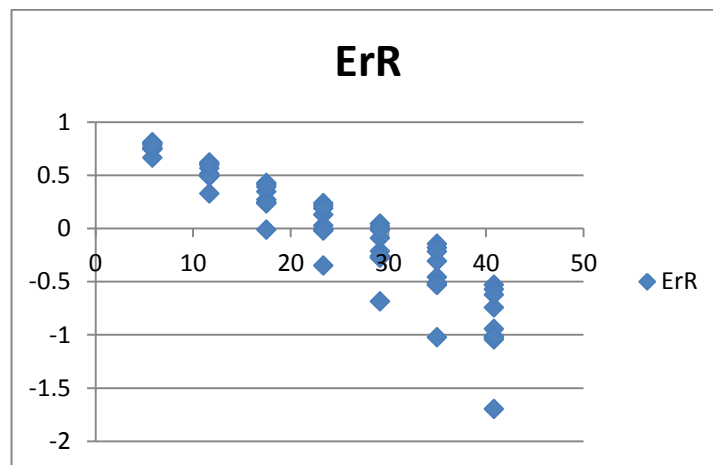


Figura 1. Variación del ErR al variar la productividad en el intervalo [5.83-40.82].

De este análisis se desprende que la productividad seleccionada del 23.33 es adecuada para la aplicación usada como objeto experimental, pero al mis-

mo tiempo destaca la sensibilidad del método CEIS-UFRO con respecto a una variación de esta. Es importante destacar que dicha productividad responde en particular a la productividad acordada y definida por los participantes del cuasi-experimento, en base a su experiencia y como fruto de una discusión establecida en el experimento. Evidentemente, para la exitosa aplicación del método es necesario conocer o tener la capacidad de establecer una productividad cercana a la real. Además, 23.33 está dentro del rango esperado [15HH – 30HH] [14], dependiendo de las características de desarrollo.

La efectividad del método es especialmente sensible a la definición de la productividad y el nivel de detalle y completitud de los casos de uso. Es recomendable considerar dos fases en la estimación del costo del producto. La primera una estimación preliminar general que permite obtener el orden de magnitud del precio del producto para justificar un estudio más profundo. Una segunda fase donde se realice un levantamiento y especificación de requerimientos más completa del producto logrando un catálogo de funcionalidades (Backlog de producto) y el costo asociado.

Los valores de las tablas 1 a 3 son el resultado de la aplicación y refinamiento del método en CEIS-UFRO en más de 10 proyectos desarrollados en pequeñas y medianas empresas de software del sector público. Por ejemplo, algunas de las aplicaciones desarrolladas son: sistemas de soporte a la gestión del Gobierno Regional de la Araucaria entre los que se destaca el sistema de postulación al Fondo de cultura deporte y ayuda ciudadana y la intranet que centraliza la información del Gobierno Regional, y Aplicación de soporte del Programa de Inmunizaciones que depende del Ministerio de Salud de Chile. En caso de aplicar este método en una empresa es posible/necesario ajustar a la realidad de ésta: los porcentajes de esfuerzo definidos para cada etapa (Tabla 1), los artefactos descritos en la Tabla 2, la estimación del esfuerzo por artefacto (Tabla 2) y el peso atribuido a los Factores de Entorno. En el cuasi-experimento presentado no se variaron los valores de la Tabla 1 a 3, pero se analizó la sensibilidad del método al variar la productividad. Cabe preguntarse cuál sería el impacto en la aplicación del método si ajustáramos los valores de las Tablas 1-2, los FT y FE a una situación particular; la respuesta sería que se espera una reducción del error de estimación.

Con respecto a la opinión de los participantes estos manifestaron que el método les resultó aplicable a su realidad laboral, dado que la planilla Excel, utilizada incluía varias macros que simplificaron su aplicación. Los profesionales a partir de esta experiencia pueden volver a utilizar sin mayor apoyo y ajustar los parámetros a las realidades particulares de sus equipos de trabajo. Resta comprobar en qué medida fue adoptado por los participantes del cuasi-experimento.

Finalmente, cabe destacar que es posible capturar el avance permanente en la técnicas y herramientas utilizadas en el proceso de desarrollo de software

mediante una adecuada definición y clasificación de los artefactos de software y el esfuerzo asociado a ellos.

3.3 Amenazas de validez

La descripción de requerimientos no tenía todos los casos de uso descriptos a un mismo nivel de detalle, o algunos casos de uso básicos como ser una baja de un usuario no tenían ninguna descripción. Esto puede haber introducido un mayor error en la estimación, aspecto que no invalida las conclusiones sobre el método, dado que todos usaron la misma descripción de requerimientos. Sería interesante estudiar la variación de la MMRE al usar una definición de requerimientos con un mayor nivel de detalle.

Los estimadores no conocían el grupo de trabajo que realmente realizó el desarrollo del SAF, pero al estar el método calibrado para 3 a 5 personas, características que compartía con el grupo real de desarrollo, este aspecto se considera que no impactó en el experimento.

Es posible plantearse si la calibración del método o la selección de la productividad se hizo conociendo el valor del esfuerzo actual del objeto experimental. Se aclara que los estimadores participaron en el cuasi-experimento en Temuco y solo conocieron el esfuerzo actual del objeto experimental una vez finalizado el experimento, en el momento que se analizaron los datos en Buenos Aires.

En cuanto a la influencia del nivel de experiencia de los sujetos experimentales en la aplicación del método, se considera adecuada los tres niveles de experiencia (bajo, medio y alto) que participaron, pero no se considera suficiente la cantidad de sujetos experimentales involucrados (9). Se espera en futuras replications comparar resultados obtenidos por estimadores de diferente nivel de experiencia.

Los participantes sólo estimaron la cantidad de artefactos por UCP, midieron los UCPa, FT y FE, además, usaron los mismos porcentajes de esfuerzo asignado a cada etapa del desarrollo de SAF (ver Tabla 1) y los mismos tamaños por artefacto (ver Tabla 2 columna UCP), recomendados por los creadores del método dado que estos últimos valores se los había ajustado empíricamente. Es necesario comprender que el cuasi-experimento nos ha permitido comprobar la reproducibilidad del método, comprender que la subjetividad en la medición introducida por los participantes, no invalida el método y que el valor de productividad es adecuado para la aplicación seleccionada. Pero, para una validación completa del método, sería necesario realizar un nuevo experimento con diferentes aplicaciones Web desarrolladas por grupos de 3 a 5 personas. En esta replicación también es importante realizar una comparación entre el método de CEIS UFRO y el método UCP [4], de tal forma de poner más en evidencia el aporte de los autores.

4 Trabajos relacionados

El método de estimación CEIS-UFRO es una estimación del costo de un producto basándose en el tamaño de un producto de software, visión compartida con varios autores [1, 3, 4, 6].

Si bien el establecimiento del costo de un producto de software está basado en la experiencia toma el concepto de UCP de Karner [4], definiendo en forma diferente los factores de complejidad de los casos de uso, los tipos de actores y los FE. Karner, a su vez, define puntos caso de uso que son similares a FP, como una forma de medir tamaño en aplicaciones basadas en casos de uso. Diev [15] define una heurística para la aplicación de UCP y reglas para los modelos de UML, para hacer posible el conteo de UCP.

Anda [10] presenta una experiencia que usa UCP para la estimación de esfuerzo de un sistema específico. Cuatro diferentes empresas, basándose en una misma definición de requerimientos, desarrollaron cuatro aplicaciones similares. Cada empresa usó un proceso de desarrollo diferente, con el propósito de comparar distintos valores de esfuerzo. El artículo muestra una diferencia significativa entre el esfuerzo estimado calculado en base a los puntos casos de uso y el esfuerzo real de los proyectos, lo que lleva a la conclusión de que los procesos afectan las estimaciones de costos más de lo que habitualmente se espera. El grupo real del SAF trabajo con el Unified Process [16] y los estimadores asumieron este proceso en sus estimaciones.

Dos aspectos importantes con respecto a la utilización de los casos de uso como una medida de tamaño son la variación de dimensión y el nivel de detalle, ya que diferentes desarrolladores escriben casos de uso aplicando modalidades distintas. Además, Anda [11] señala que el uso de UCP es afectado por aspectos diferentes de la estructura del modelo de caso de uso, por ejemplo: el uso de generalizaciones entre actores, la utilización de casos de uso incluidos y extendidos, el nivel de detalle en las descripciones de caso de uso. Para mejorar la estimación de modelos basados en caso de uso, Anda [17] recomienda que un nivel balanceado de detalle sea usado en la escritura de los casos de uso, cuando el modelo de caso de uso deba utilizarse como base para la estimación. Aconseja usar los buenos ejemplos de casos de uso o definir directrices específicas para el proceso de modelado de casos de uso. En el caso del método CEIS-UFRO resuelve la variación de la dimensión de los casos de uso y el nivel de detalle descomponiendo cada caso de uso en un conjunto de artefactos.

Mohagheghi [12] introduce algunas variaciones en la utilización de los casos de uso de un desarrollo industrial de software a gran escala, adaptando el método UCP. Él considera que cada transacción y cada flujo alternativo de un caso de uso, es a su vez, un nuevo caso de uso.

También, Braz y Vergilio [9] adaptan los UCP, para ser usados con casos de uso más detallados, introduciendo los USP (Use Case Size Points), como una métrica de tamaño que considera la estructura interna de un caso de uso. El USP mide la funcionalidad en las estructuras y las secciones de un caso de uso, contando el número y el peso de escenarios, actores, condiciones previas y posteriores. También introducen los FUSP (Fuzzy Use Case Size Points), otra métrica que considera conceptos de la Teoría “Fuzzy Set” para crear una clasificación gradual que trabaje mejor con la incertidumbre.

5 Conclusión final

El presente artículo presenta el método de cálculo de costo, basado en el tamaño de un producto. La aplicación sistemática del método permite recopilar datos históricos que pueden realimentar el proceso de estimación de costos de un producto ajustando el valor de productividad real.

Es un método que es adaptable a las características particulares del proceso de desarrollo -se define el porcentaje de esfuerzo a asignar a cada etapa de desarrollo-, grupo de desarrollo -se estima o se usa una productividad histórica-, del producto -se miden los tamaños de cada caso de uso- y de la empresa -en el cálculo del costo se incorporan las políticas de costo particulares-.

Su aplicación permite generar un modelo retroalimentado con una mejora del margen de error, impactando en el quehacer comercial y productivo de la empresa de software.

El método presentado en este trabajo ha sido aplicado en proyectos de software transaccional Web con más de 1000 HH., equipos de 3 a 5 ingenieros de dedicación exclusiva. En caso de aplicar para productos de mayor tamaño se recomienda al realizar la estimación de costos dividir el producto en sub-productos de dicha magnitud.

Los profesionales que participaron de este cuasi-experimento lograron conocer y aplicar parcialmente el método, y comprender la importancia de utilizar técnicas y métodos de ingeniería de software en la actividad de la industria.

Se presentó un cuasi-experimento, por el cual se verifica su reproducibilidad, que es un primer esfuerzo de validación del método, donde se pone en evidencia que la estimación de esfuerzo es sensible a la definición de un valor de productividad y que la subjetividad introducida por los estimadores no invalida el método. Resta realizar una validación completa del mismo, a efectuar en próximas repeticiones donde se incorporarán diferentes tipos de aplicaciones Web, una mayor variedad de estimadores, y el cálculo del costo del producto. También es necesario en trabajos futuros compararlo con la aplicación del método de estimación de esfuerzo UCP [4] y COSMIC [3], con la finalidad de poner de manifiesto el valor del aporte de los autores.

Agradecimientos. El presente proyecto se ha realizado con el apoyo de la Universidad de la Frontera y la Universidad Austral.

Referencias

1. Fenton, N. and Lawrence Pfleeger, S.: Software Metrics. PWS Publishing Company, (1997).
2. ISO/IEC 20926: 2009, Software engineering – IFPUG 4.1 Unadjusted functional size Measurement method – Counting Practices Manual, International Organization for Standardization, Geneva, (2009).
3. ISO/IEC19761:2011, Software Engineering -- COSMICFFP– A Functional Size Measurement Method, ISO and IEC, (2011).
4. Karner, G.: Metrics for Objectory. Diploma thesis, University of Linköping (1993).
5. Agrawal M. and Chari, K.: Software Effort, Quality, and Cycle Time: A Study of CMM Level 5 Projects. IEEE Transactions on Software Engineering, Vol. 33, N. 3, March (2007).
6. Boehm, B.W., Horowitz, E., Madachy, R., Reifer, D., Clark, B.K., Steece, B., Winsor A., Brown, Chulani, S. and Abts, C.: Software Cost Estimation with Cocomo II. Prentice Hall (2000).
7. Jørgensen, M., Indahl, U. and Sjøberg, D.: Software effort estimation by analogy and regression toward the mean. Journal of Systems and Software, 68(3), pp. 253-262, (2003).
8. Jedlitschka, A., Ciolkowski, M. and Pfahl, D.: Reporting Experiments in Software Engineering, Guide to Advanced Empirical Software Engineering, 2008, pp 201-228.
9. Braz M, Vergilio S.: Effort Estimation Based on Use Cases. 30th Annual International Computer Software and Applications Conference (COMPSAC'06), 221-228, (2006).
10. Anda, B.C.D., Benestad, H.C. and Hove, S.E.: A multiple-Case study of effort estimation based on use case point. In Fourth International Symposium on Empirical Software Engineering (Australia, November 17-18, 2005) ISESE'2005, IEEE Computer Society, 407–416 (2005).
11. Anda, B., Angelvik, E. and Ribu, K.: Improving Estimation Practices by Applying Use Case Models. Lecture Notes In Computer Science, Vol. 2559, 383-397, (2002).
12. Mohagheghi P., Anda B. and Conradi R.: Effort estimation of use cases for incremental Large-scale Software development. Proceedings of the 27th international conference on Software engineering, 303 – 311 (2005).
13. Montgomery, D. and Runger, G.: Probabilidad y estadísticas. McGraw-Hill (1996).
14. Sparks, S. and Kaspzynski, K. The Art of Sizing Projects, Sun World. 1999. (<http://www.sunworld.com/sunworldonline/swol-12-1999/swol-12-itarchitect.html>).
15. Diev, S.: Use cases modeling and software estimation: applying use case points. CAN Software Engineering Notes, Vol. 31, N. 6, 1-4 (2006).
16. Jacobson, I., Booch, G. and Rumbaugh, J.: The Unified Software Development Process. Addison Wesley, (1999).
17. Anda, B., Dreiem, H., Sjøberg, D. and Jørgensen, M.: Estimating Software Development Effort Based on Use Cases-Experiences from Industry. Lecture Notes In Computer Science, Vol. 2185, 487 – 502, (2001).