

**PROCESO DE ESTIMACION PARA PREVENTA DE PROYECTOS DE  
SOFTWARE BASADO EN LA ADAPTACION DE MODELOS DE ESTIMACION  
EXISTENTES**

**JAIME ANDRES MOTATO LONDOÑO**

**UNIVERSIDAD ICESI  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIAS DE INFORMACION  
Y COMUNICACIONES  
SANTIAGO DE CALI  
2011**

**PROCESO DE ESTIMACION PARA PREVENTA DE PROYECTOS DE  
SOFTWARE BASADO EN LA ADAPTACION DE MODELOS DE ESTIMACION  
EXISTENTES**

**JAIME ANDRES MOTATO LONDOÑO**

Trabajo de grado Opción: Solución de un problema concreto  
Aplicado a un caso de estudio

Director  
**LILIANA GOMEZ ARENAS**  
MSc – GreenSQA

**UNIVERSIDAD ICESI  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIAS DE INFORMACION  
Y COMUNICACIONES  
SANTIAGO DE CALI  
2011**

## CONTENIDO

	Pág.
GLOSARIO DE TERMINOS	7
RESUMEN	8
1. INTRODUCCION	9
1.1. CONTEXTO DE TRABAJO	9
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.3. OBJETIVOS	12
1.3.1. Objetivo general.	12
1.3.2. Objetivos Específicos	12
1.4. RESUMEN DE ESTRATEGIA Y MODELO PROPUESTO	13
1.5. RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS	15
2. MARCO TEORICO	16
1.2.1. MODELOS DE ESTIMACION EXISTENTES	16
1.2.2. CUADRO COMPARATIVO DE MODELOS DE ESTIMACION	21
1.2.3. COMPOSICION DE LA INDUSTRIA DE SOFTWARE POR TIPO DE EMPRESA	24
3. PROCESO DE ESTIMACION PARA PREVENTA DE PROYECTOS DE SOFTWARE	25
FASE INICIO:	25
FASE DE ANALISIS:	25
FASE DE IMPLEMENTACION	53
FASE DE DOCUMENTACION Y RESULTADOS	54
4. ANALISIS DE RESULTADOS	55
5. CONCLUSIONES Y FUTURO TRABAJO	71
TRABAJO FUTURO	72
Base para estimaciones	72
Integración con análisis de riesgos	72
Instructivo	72
Software para estimación	72

BIBLIOGRAFIA	73
ANEXOS	75

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1 – Relación de sobrecostos y atrasos por sector	10
Tabla 2 - Cuadro comparativo modelo COCOMO	16
Tabla 3 - Cuadro comparativo modelo Use Case Point	18
Tabla 4 - Cuadro comparativo modelo Delphi	20
Tabla 5 - Caracterización según modelos de estimación existentes	21
Tabla 6 - Composición de la industria	24
Tabla 7 - Cuestionario para factores técnicos	36
Tabla 8 - Cuestionario para factores ambientales	37
Tabla 9 - Factores Técnicos	38
Tabla 10 - Factores ambientales	42
Tabla 11 - Resumen final de cálculos	45
Tabla 12 - Porcentajes de participación por área	45
Tabla 13 - Tabla resumen de cálculos de tiempos por área	46
Tabla 14 - Relación costo de proyectos del modelo actual	55
Tabla 15 - Relación proyectos vs tiempo y recursos	56
Tabla 16 - Explicación flujo de trabajo de los procesos aplicados a la empresa piloto	59
Tabla 17 - Cuadro comparativo de modelos de estimación	64
Tabla 18 - Comparativo de esfuerzo y costo vs modelos	68

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1 - Mapa conceptual de explicación del contexto de trabajo	9
Figura 2 – Diagrama global del proceso de estimación	14
Figura 3 - Proceso del área de integración	26
Figura 4 - Procesos del área de proyectos	28
Figura 5 - Procesos del área de iniciativas	32
Figura 6 - Sección de Actores	35
Figura 7 - Sección de Casos de uso	36
Figura 8 - Plan de trabajo utilizado por UCP	48
Figura 9 - Plan de trabajo actual para estimar proyectos	57
Figura 10 - Flujo de trabajo del proceso de estimación	58
Figura 11 - Gráfico de participación	66
Figura 12 - Comparativo de duración y costo vs modelos	67
Figura 13 - Plan de trabajo para estimar proyectos mediante UCP	67
Figura 14 - Desviación del esfuerzo actual vs UCP	69
Figura 15 - Desviación del costo actual vs UCP	69

## GLOSARIO DE TERMINOS

Iniciativas: Proyectos de software que se requiere de una cotización para el cliente. Este tipo de proyectos funcionan como apoyo a la venta consultiva de las organizaciones y pueden llegar a ser proyectos reales de la compañía si son aprobados por el cliente.

StackeHolders: Son las personas que están involucradas en el proyecto directa o indirectamente.

Outsourcing: Proceso de tercerización de procesos en las organizaciones. Básicamente ayuda a ejecutar acciones o tareas que la organización no es experta o no tiene el tiempo ni el recurso disponible para hacerlas.

RFP: Traduce en inglés *Request For Proposal*, es el proceso estándar de negocio, el cual permite a las organizaciones adelantar procesos de licitaciones de manera clara y estructurada. Es conocida como solicitud de propuesta donde el oferente especifica lo que necesita y los proveedores brindan una cotización para la propuesta solicitada, la mejor cotización según los criterios de evaluación es la que se adjudicará.

## RESUMEN

Los proyectos en algunas organizaciones productoras de software ingresan como solicitudes de preventa, estas cotizaciones que se realizan durante una licitación o RFP, se ven afectadas fuertemente por el tiempo de entrega pactado por el solicitante, por la demora que implica ingresar una solicitud de cotización en la organización, o por la agilidad del equipo de estimación.

Las anteriores causales además de que no son excluyentes brindan información interesante para el proceso de estimación planteado, pues se analizó esta problemática y se puede concluir que en las diferentes actividades de preventa relacionadas con tecnología, una de las principales carencias del proceso de estimación, es la utilización e implementación de un proceso adecuado para la cotización de proyectos de preventa.

Con frecuencia en las organizaciones se ha podido comprobar que los proyectos de preventa no son bien estimados, algunas veces quedan por debajo del esfuerzo real, ocasionando pérdidas para la compañía, otras veces son sobreestimados originando desfases en los presupuestos, malas entregas y el riesgo de causar inconformidad en el cliente.

La agilidad y la precisión en las cotizaciones de proyectos de software en la etapa de preventa es posible lograrlas si:

- Se logra analizar el proceso actual.
- Permitir realizar comparativos de modelos de estimación.
- Implementar un proceso de estimación basado en el estudio del punto anterior.
- Validar la puesta en marcha del proceso con proyectos reales de la organización.

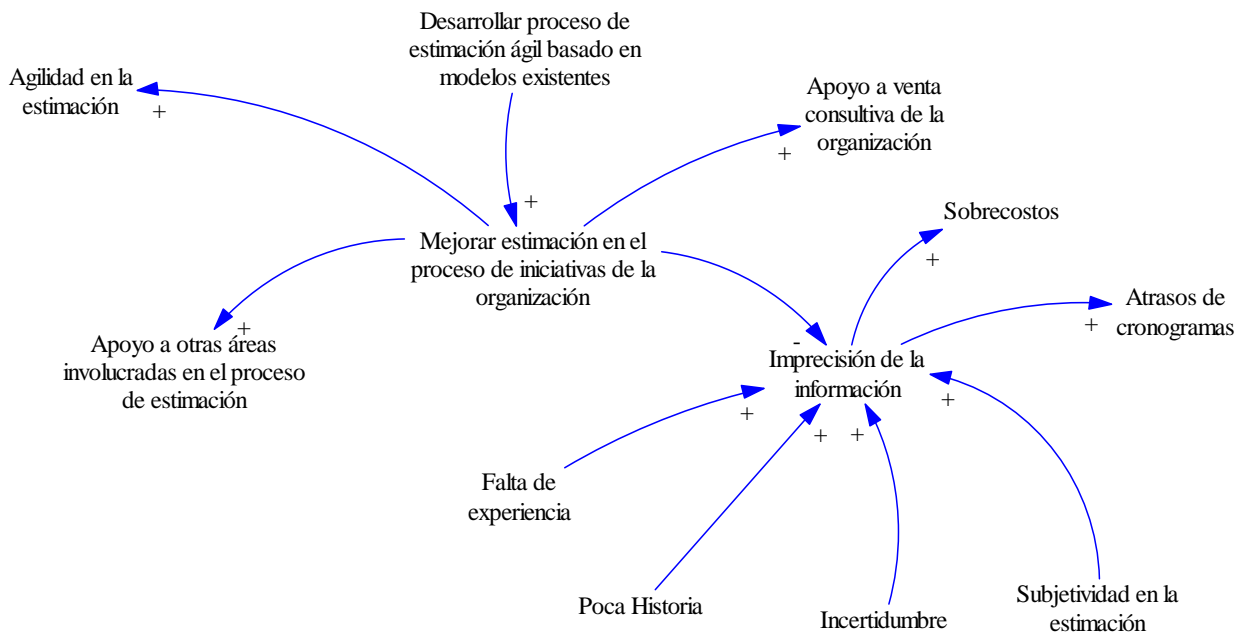


# 1. INTRODUCCION

## 1.1. CONTEXTO DE TRABAJO

Actualmente la imprecisión de la información para las estimaciones tempranas en proyectos de software es un gran problema que se ve afectado básicamente por la falta de experiencia del recurso para estimar, la carencia de una historia veraz de los proyectos, la alta incertidumbre de lo que se necesita para el proyecto, y la subjetividad en la estimación dejan como consecuencias para los proyectos, altos sobrecostos y atrasos en los cronogramas.

**Figura 1 - Mapa conceptual de explicación del contexto de trabajo**



Así mismo, las estadísticas de **Standish Group (2004)** reportan que en Colombia, el 51% de los proyectos sufren cambios en los cronogramas y solo el 27% de ellos son culminados con éxito. Alrededor del mundo, según las mismas estadísticas, solamente el 17% de los proyectos logra finalizar con éxito, 50% requieren de cambios para finalizar y un 33% son cancelados o suspendidos.

La falta de un buen proceso para estimar bien sea inicialmente para las cotizaciones y/o para ajustar la estimación en los proyectos, es uno de los factores críticos para el cumplimiento con los clientes, los cuales se ven afectados, llevándolos a tomar decisiones drásticas al punto de cancelar los proyectos después de haber iniciado.

La siguiente tabla, expone dos de los grandes problemas que surgen de las falencias en estimación y cuyas consecuencias están directamente relacionadas con las fallas o fracasos en los proyectos de TI. Los datos se presentan en porcentajes y están clasificados por tamaño de empresas:

**Tabla 1 – Relación de sobrecostos y atrasos por sector**

Incorre Compañía	Sobrecosto	Atraso en cronograma
Grande	178%	230%
Mediana	182%	202%
Pequeña	214%	239%

Fuente: Standish group

Los porcentajes que se observan son bastante elevados, el origen de estos sobrecostos<sup>1</sup> y atrasos en el cronograma, son medidos con base en los acuerdos con el cliente, y a su vez, los acuerdos son basados en los supuestos de estimación calculados por el área encargada de la iniciativa.

Además de proponer un proceso para el mejoramiento en la estimación en preventa para el desarrollo de un proyecto de Software para empresas productoras de software, el resultado de esta intervención debe redundar en flexibilidad y apoyo para otras áreas de trabajo que intervienen en el ciclo de vida del Software. Áreas como Análisis, Calidad, Arquitectura entre otras, serian directamente beneficiadas con la utilización del nuevo proceso, lo cual permitirá disminuir el tiempo de utilización de los recursos de todas las áreas involucradas en el momento de una licitación, que actualmente se hace por demanda sin planeación e incide en los planes de trabajo que se encuentren ejecutando.

<sup>1</sup> Los sobrecostos y atrasos, se miden con base en los costos y tiempos pactados con los clientes desde las iniciativas.

Mientras no se acote el problema desde la fuente, los síntomas de esta debilidad seguirán siendo frecuentes y permearán las actividades del ciclo productivo, seguirán apareciendo como tema de análisis en los comités de lecciones aprendidas y quizás sigan siendo justificadas a menos que la Organización se decida por la implementación de un proceso formal para la estimación de tiempos y costos apalancado en metodologías de estimación existentes adaptadas a la organización y necesidades propias de nuestro negocio. Es necesario adoptar un proceso de estimación de tiempos robusto y claro, el cual permita brindar orden y efectividad para los proyectos de preventa de las organizaciones como Carvajal Tecnología y Servicios.

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Actualmente aunque existe un gran número de herramientas y metodologías para hacer estimaciones, la mayoría de ellas están diseñadas para realizarlas en proyectos prescriptivos; los modelos pensados para estimar proyectos ágiles hacen iteraciones muy cortas y no están estructurados para proyectos de preventa donde son ágiles con iteraciones largas.

En algunas de las organizaciones productoras de Software, las estimaciones en los proyectos de preventa han presentado dos problemas recurrentes. El primero es la demora en las entregas en el análisis de costo y tiempo de las mismas y el segundo es la imprecisión en el momento que las iniciativas son convertidas en proyectos; esto ha llevado a que la organización presente sobrecostos altos que el cliente no puede percibir pero la empresa si debe asumir.

Algunas compañías, implementan un modelo de estimación basado en la experiencia y en la historia sin tener en cuenta las metodologías disponibles en la industria que recopilan el aprendizaje; de optimizar el proceso de estimación de acuerdo a la propuesta de éste trabajo, introduciendo adaptaciones a las mejores prácticas de industria combinadas con la historia y experiencia de la compañía, se esperan beneficios tangibles inclusive desde las etapas tempranas del ciclo del proyecto. La propuesta consta de implementar un proceso soportado en la adaptación del Modelo de Use Case Point (UCP) y Juicio de Expertos *Delphi*, para extraer de los dos modelos las mejores prácticas y aplicarlas con exactitud y estrategia en el proceso de estimación preliminar, para controlar el problema de

los sobrecostos por las imprecisiones de las estimaciones tempranas de preventa para los proyectos, específicamente para el caso de Carvajal Tecnología y Servicios.

La reconstrucción de la historia para este proyecto está constituida por un Juicio de expertos o panel de personas que identifican los posibles casos de uso que utiliza la organización, y clasifica la dificultad-complejidad de los mismos. Esta historia, se convierte en una entrada para el modelo de Use Case Point, el cual con base en el juicio de expertos y los ajustes de los factores del Modelo de UCP, podrá estimar con mayor exactitud los tiempos del proyecto obteniendo un margen de error de  $\pm 10\%$  vs un  $\pm 25\%$  del actual. La entrada al proceso son los requerimientos directos del cliente plasmados en un acta de constitución y la salida es un plan de trabajo que determina el costo y la duración del proyecto.

Se espera poder tener resultados positivos con la implementación del nuevo proceso, pues la optimización en la utilización de recursos para el levantamiento de información es un factor que ayuda a la disminución de costos para la organización en el momento de una licitación. La adaptación de un formato para el levantamiento de casos de uso es una herramienta importante para el estimador, pues simplemente deberá configurar los casos de uso, los actores y adaptar los factores técnicos que más se adecuen al proyecto para obtener los tiempos y costos del mismo.

### **1.3. OBJETIVOS**

**1.3.1 Objetivo general.** Definir y documentar un proceso de estimación de tiempos y costos para los proyectos de preventa de Software en Organizaciones Productoras de Software, basado en la adaptación del modelo de Use Case Point, minimizando la incertidumbre en etapas tempranas de los proyectos.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

1. Analizar el proceso actual de estimación de tiempos en Organizaciones productoras de Software, verificando los comportamientos en costo y tiempo.

2. Desarrollar estudio comparativo de los principales modelos usados en el área de ingeniería de software para hacer estimaciones, identificando características importantes de modelos como COCOMO, Use Case Point y Juicio de Expertos Delphi.
3. Proponer un proceso de estimación basado en la adaptación de la metodología de Use Case Point, para obtener una mejor aproximación en el cálculo de tiempos de desarrollo de Software, brindando una fuente confiable para soportar costos y tiempos en los proyectos de TI.
4. Validación del proceso en tiempo y costo utilizando proyectos ejecutados en organizaciones productoras de software.

#### **1.4. RESUMEN DE ESTRATEGIA Y MODELO PROPUESTO**

Con el objetivo de agilizar el proceso de estimaciones de tiempos y costos en las organizaciones productoras de Software, se definió y documentó un proceso de estimación de tiempos y costos para los proyectos de preventa de Software en Organizaciones Productoras de Software, basado en la adaptación del modelo de Use Case Point. El modelo está enfocado en proponer: Un proceso formal para realizar cotizaciones, un comparativo de metodologías existentes para estimación, la adaptación del modelo de Use Case Point, y finalmente brindar los artefactos necesarios para entregar costos y tiempos para proyectos de preventa.

Dada la necesidad de entregar las cotizaciones de preventa ágilmente, se logró identificar que el principal problema se presentaba en reuniones exhaustivas entre varios integrantes de cada equipo de trabajo. Las empresas son muy inseguras en el momento de cotizar y es por esto que el desgaste y costo de recursos es muy alto. Se analizaron organizaciones que presentaron el mismo problema y se encontró que todas tenían su propia plantilla para estimar y cada uno de los *Stakeholders*<sup>2</sup> de la cotización aportaba su tiempo a modo juicio de expertos, seguidamente se configuraba en un plan de trabajo los tiempos de los expertos y se obtenía el esfuerzo y costo final de la cotización.

En organizaciones como Carvajal se adicionaban documentos para sustentar los costos y tiempos presentados al responsable de la cotización. Utilizando estas

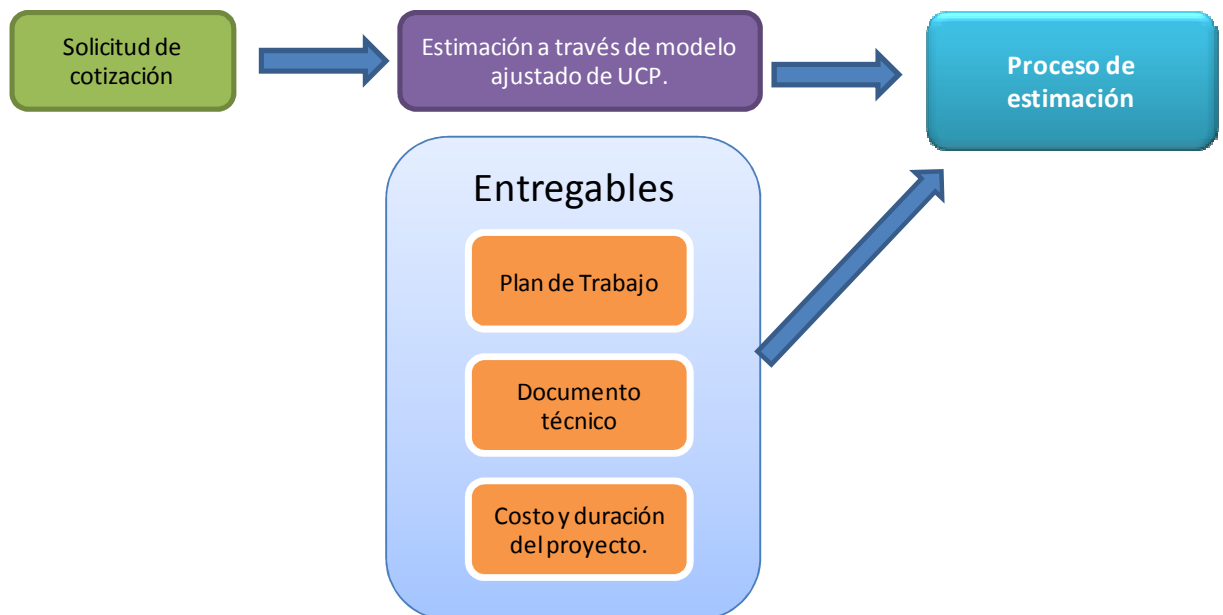
---

<sup>2</sup> Integrantes del equipo de trabajo

vivencias se inició un proceso de mitigación del problema principal y era poder implementar una estrategia óptima que pudiera hacer más ágil las cotizaciones de preventa. Se implementó una plantilla en Excel donde se podía obtener directamente el costo del proyecto utilizando un juicio de expertos con funcionalidades y casos de uso implementados por la organización; esto ayudó a disminuir el proceso pero se seguía dependiendo del juicio de muchos expertos.

Finalmente se partieron dos grupos de trabajo en paralelo para implementar modelos de estimación existentes tales como COCOMO y Use Case Point utilizando como empresa piloto a Carvajal Tecnología y Servicios; los modelos dieron un mejor resultado frente a los juicios de expertos del modelo DELPHI actual a nivel de tiempos de estimación. Se propuso un proceso de estimación formal modificando la plantilla de UCP utilizada en el piloto; se encontró una gran ventaja del modelo UCP frente a COCOMO con respecto a la precisión que dieron los dos, adicional COCOMO no es recomendado en etapas tempranas de estimación. Finalmente se propone un proceso formal de estimación de tiempos y costos como se ilustra en el gráfico, el cual es soportado por la plantilla ajustada de Use Case Point y los artefactos o entregables del mismo.

**Figura 2 – Diagrama global del proceso de estimación.**



## 1.5. RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS

Se realizó análisis del comportamiento de costo y tiempo en las cotizaciones de proyectos en empresas productoras de Software y se identificó la empresa piloto para realizar el plan de trabajo.

Se estudiaron y compararon los principales modelos usados en el área de ingeniería de software para hacer estimaciones y se realizó cuadro comparativo entre los modelos COCOMO, UCP y DELPHI. Para cada modelo se analizaron características como:

- Etapa donde se realiza la estimación
- Levantamiento de requerimientos
- Factores de estimación subjetivos.
- Volumen de información
- Efectividad de la estimación
- Tiempo del estimador.

Se propuso y documentó el proceso de estimación representado en la adaptación de la metodología de Use Case Point en la empresa piloto utilizando un flujo de trabajo propuesto, una plantilla de estimación en Excel, un plan de trabajo y un documento técnico. Se desarrolló artefacto de estimación apoyado en historias de proyectos de una empresa piloto.

Se validó el proceso en tiempo y costo utilizando 17 proyectos reales de la organización piloto, obteniendo controles de cambios y ajustes en el modelo al igual que una reducción de costos y tiempos significativos para la organización en el momento de la implementación del proceso propuesto.

## 2. MARCO TEORICO

Los tres modelos de estimación más conocidos y utilizados en las organizaciones de software serán explicados a continuación, cada modelo tiene una historia y una aplicación en el mercado, así como también sus ventajas y desventajas. Al final se muestra un cuadro comparativo de los modelos según sus funcionalidades más importantes. A pesar de que existen otros modelos de estimación que también son importantes como: SLIM – PUTNMAN, COPSEMO y el modelo Estadístico. Lamentablemente los modelos mencionados aunque ayudan a la construcción de los tres modelos que se detallan, no son tan relevantes para la metodología analizada.

### 2.1. MODELOS DE ESTIMACION EXISTENTES

#### 2.1.1. COCOMO

##### Definición:

COCOMO es un modelo matemático de estimación de tiempos y costos de proyectos de Software en etapas posteriores a la planeación del proyecto, fué desarrollado por Barry W. Boehm a finales de los años 70's. El modelo constructivo de costos (*COnstructive COst MOdel*) brinda un nivel de detalle bastante aproximado según la historia sobre la cual se construyó la estimación; también cuenta con tres sub-modelos (básico, intermedio, detallado) los cuales a medida que avanza el proceso de desarrollo se vuelven más precisos; cada sub-modelo esta soportado para tres tipos de proyectos los orgánicos, semilibres y rígidos.

**Tabla 2 - Cuadro comparativo modelo COCOMO**

Pro	Contra
<ul style="list-style-type: none"><li>• Está basado tanto en Líneas de Código(LOC) como en puntos funcionales</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Requiere mucho tiempo de calibración.</li></ul>



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es Aplicable en las fases posteriores a la planeación del proyecto.</li> <li>• Tiene presente los diferentes factores que afectan la productividad del proyecto (producto, plataforma, humanos, entre otros).</li> <li>• Tiene una familia numerosa de modelos asociados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El levantamiento de información es lento.</li> <li>• Alto volumen de información requerida.</li> <li>• Los parámetros estimados no incluyen: actividades de formación de los usuarios, planificación de las instalaciones y trabajos de conversión.</li> </ul>
---	---

#### **Secuencia del proceso:**

1. Se estima el tamaño del producto
2. Se obtienen los 21 parámetros multiplicadores de la estimación.
3. Calcular el esfuerzo requerido
4. Calcular la programación o la agenda del proyecto.
5. Estimar el esfuerzo total del proyecto.

#### **Ejecución:**

Algunas organizaciones como IBM, UNISYS, Bank of América, Bell, ITT, entre otras; se apoyan en metodologías como la de COCOMO y Puntos funcionales, para estimar los costos y tiempos de los proyectos que no requieren de evaluación preliminar, y que se puedan planificar desde la fase de análisis hasta la de implementación.

### 2.1.2. USE CASE POINT

#### Definición:

La metodología de Puntos de Casos de Uso (Use Case Point) ayuda a la estimación del esfuerzo en los proyectos de software, utilizando Casos de uso en las etapas tempranas del desarrollo. En 1993 fué creada por Gustav Kemer, el cual fundamentó su desarrollo en el método de puntos de función; calculando el tiempo de desarrollo de un proyecto utilizando actores, casos de uso, variables técnicas y variables ambientales.

El método de estimación es utilizado por grandes empresas multinacionales que lo han adoptado y estandarizado en sus procesos de estimación; esta metodología utiliza el factor de productividad el cual mide el total de horas hombre por punto funcional, este factor depende de la experiencia del equipo de trabajo o también se alimenta de la historia de los proyectos anteriores culminados con éxito.

**Tabla 3 - Cuadro comparativo modelo Use Case Point**

Pro	Contra
<ul style="list-style-type: none"><li>• Está basado en la perspectiva del usuario.</li><li>• Es independiente del lenguaje, metodologías o herramientas de la compañía.</li><li>• Fácil de entender para los <i>stakeholders</i> no técnicos.</li><li>• Benchmarking disponibles</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Depende de la subjetividad de los pesos asignados por el equipo de estimación.</li><li>• Requiere una alta comprensión de la funcionalidad prestada por el sistema</li><li>• No incluye factores de ajuste exigidos en las aplicaciones actuales.</li></ul>

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Es completamente estandarizado y existe una organización que lo rige.</li></ul> |  |
|---|--|

### **Secuencia del proceso:**

1. Tipificación y clasificación de proyectos para estimación
2. Elaborar "Tablas de Referencia" por cada unidad de proceso de la organización para calcular peso de los actores y de los casos de uso.
3. Definir los factores técnicos y de entorno según su peso e influencia en cada unidad de proceso.
  - a. Factor Técnico:  $TCF = 0.6 + (0.01 \times (\sum V \times FT))$
  - b. Factor de Entorno/Ambiental:  $EF = 1.4 + (-0.03 \times (\sum V \times FE))$
  - c. Calcular UCP:  $UCP = UUCP \times TCF \times EF$
4. Calcular los puntos de casos de uso ajustados por cada unidad de proceso.
5. Estimar el esfuerzo para cada unidad de proceso.

### **Ejecución:**

El modelo no es muy utilizado actualmente por la muestra encuestada de compañías del departamento del Valle, parte de la investigación temprana que se realizó sobre estas, indican que se presenta mucha incertidumbre de la efectividad de este método con respecto a otras metodologías (DELPHI, PERL y PSP) que las organizaciones productoras de software utilizan hoy en día.

### 2.1.3. Método DELPHI

#### **Definición:**

“El método *Delphi* es una metodología de investigación multidisciplinaria para la realización de pronósticos y predicciones. Fué desarrollado por la Corporación Rand al inicio de la Guerra Fría para investigar el impacto de la tecnología en la guerra. El nombre del método se basa en las predicciones del oráculo de Delfos.

Su objetivo es la consecución de un consenso basado en la discusión entre expertos. Es un proceso repetitivo. Su funcionamiento se basa en la elaboración de un cuestionario que ha de ser contestado por los expertos. Una vez recibida la información, se vuelve a realizar otro cuestionario basado en el anterior para ser contestado de nuevo.” (Tomado como fuente de referencia de Wikipedia)

**Tabla 4 - Cuadro comparativo modelo Delphi**

<b>Pro</b>	<b>Contra</b>
El modelo resulta ser útil a pesar de la ausencia de históricos.	La estimación depende de la experiencia de los expertos.
Es ideal para aplicarlo en fases tempranas de los proyectos.	Requiere de múltiples expertos.
Produce elementos útiles para el director de proyecto (WBS)	Exige muchas horas de trabajo

#### **Secuencia del proceso:**

1. Presentar a cada experto el listado de funcionalidades para su temporización.

2. Los expertos completan la información solicitada de forma individual y sin compartirla con el grupo.
3. El coordinador prepara y distribuye un resumen de las estimaciones.
4. El coordinador convoca una reunión de grupo, en donde los expertos discuten las diferencias y llegan a un acuerdo.
5. Se entrega documento con el esfuerzo final para el proyecto.

### **Ejecución:**

El modelo es utilizado actualmente por PYMES del sector tecnológico del Valle. Carvajal Tecnología y Servicios es una de las compañías que actualmente está utilizando este método para la estimación de tiempos.

## **2.2. CUADRO COMPARATIVO DE MODELOS DE ESTIMACION**

A continuación se lista un cuadro comparativo con los tres modelos más utilizados en los procesos de estimación de tiempos y costos de software y sus principales características.

**Tabla 5 - Caracterización según modelos de estimación existentes**

<b>Modelos</b>	<b>COCOMO</b>	<b>UCP</b>	<b>Wideband Delphi</b>
<b>Características</b>			
Etapa de estimación	Etapas posteriores a la de planeación	Estimación en las primeras etapas del proyecto	Estimación en las primeras etapas del proyecto
Levantamiento de requerimientos	SLOTs, PF	Casos de Uso	Definición de funcionalidades por expertos

Factores de estimación subjetivos.	Factores Subjetivos en estimación de tamaños y complejidad, depende de la persona que realiza el estudio	Factores Subjetivos en estimación de tamaños y complejidad, depende de la persona que realiza el estudio	El factor subjetivo se minimiza al involucrar varios expertos
Volumen de información	Alto volumen de información requerida	Se requiere de expertos en la definición de los casos de uso y su complejidad	No requiere volumen de información o históricos.
Efectividad de la estimación	No saca resultados fiables en proyectos demasiado pequeños.	La estimación por UCP resulta muy efectiva para calcular el esfuerzo requerido en el desarrollo de los Casos de Uso de un sistema en las etapas tempranas del desarrollo del software.	El juicio de expertos es muy efectivo para estimar el esfuerzo en proyectos pequeños, a medida que aumenta la complejidad del proyecto se presenta más incertidumbre por parte de los estimadores.
Tiempo del estimador.	Requiere de mucho tiempo por parte del estimador.	Se logra estimar en poco tiempo, con simples hojas de cálculo y en la etapa de iniciativa del proyecto	Se logra estimar en poco tiempo, con simples hojas de cálculo y en la etapa de iniciativa del proyecto.

Apoyado sobre los tres modelos más comunes de estimación de tiempos, es posible diagnosticar cuál o cuáles serían los más idóneos para la construcción del proceso de mejoramiento en Carvajal Tecnología Y Servicios. El modelo que se ajuste, servirá como artefacto para estimar los tiempos y costos de los proyectos de la compañía, el ajuste se realizará por parte del equipo o área encargada de la estimación y cotización de proyectos y licitaciones; y se construirá una ficha técnica de proyectos con sus correspondientes casos de uso y número de funcionalidades para cada caso de uso utilizando Juicio de Expertos, lo cual

apoyará el modelo seleccionado y se acoplará a las necesidades de la organización y del nuevo proceso de estimación.

Después de realizar el análisis comparativo cuyo resultado se muestra en la Tabla 5, se pudo concluir que para la empresa piloto resulta más efectivo utilizar el modelo de estimación basado en Casos de Uso, pero es necesario realizar ajustes al mismo tiempo para garantizar una rápida y efectiva utilización, pues actualmente el mayor tiempo y costo está demandado por el levantamiento de información y el juicio de expertos en la estimación. Después de realizar un análisis de la utilización de herramientas de estimación como UCP (Use Case Point) adaptada para la empresa piloto, se calculó que aproximadamente se podría presentar una reducción de:

- 51,6 % en costo con respecto al proceso de estimación actual.
- 36,76% en duración con respecto al proceso de estimación actual.
- 51,6% en esfuerzo con respecto al proceso de estimación actual.

Con el proceso actual de estimación se requieren de 5 expertos para realizar la cotización, con el proceso propuesto, se espera asignar un solo recurso capaz de responder por los tiempos y costos de la iniciativa, cifra que representa un ahorro evidente es muy alentadora para la organización en el momento de realizar comités de asignación de recursos para los proyectos internos.

El modelo de estimación COCOMO fué utilizado por Carvajal Tecnología y Servicios en dos proyectos de iniciativas importantes para la organización lo que arrojó resultados poco favorables debido a su alta complejidad y la necesidad de conocer la historia de los productos afectados con la implementación del proyecto tanto en líneas de código como en relaciones de bases de datos. Esto demandó casi el doble de tiempo de lo que actualmente emplea la organización en el análisis de estimación; el modelo resultó muy atractivo para proyectos internos de robustecimiento en las plataformas existentes de la organización, pero no para el proceso de estimación de tiempos y costos para preventa de proyectos de software a clientes potenciales externos.

Según la estadística realizada a un determinado número de empresas (6 Empresas de Desarrollo de Software de TI) del sector tecnológico como lo ilustra

la Tabla 6, casi un 90% de las encuestadas tienen su propio instructivo para la estimación de esfuerzo y costos en los procesos de preventa de Software de TI; y el método más utilizado por estas es el de Juicio de Expertos donde participan Gerentes, Ingenieros, Arquitectos y Clientes.

A partir de un documento de requerimientos el gerente realiza un acta que es entregada a los estimadores y cada uno realiza el cálculo de esfuerzo según su experticia y el requerimiento asignado, todos estos tiempos son consolidados por el Gerente (Gerente de Proyectos o Gerente de procesos) y a través de un Excel o en algunos casos de un Software Legado, calcula el total de esfuerzo y costo del proyecto, finalmente el Gerente hace una presentación y un foro de discusión donde los *Stakeholders* aprueban o rechazan la cotización. Solo una de las organizaciones utiliza un modelo de estimación estadístico, el cual se basa en la historia de los desarrollos de los requerimientos y aplica una distribución de probabilidad beta para obtener el valor esperado ( $\text{Valor esperado} = [t\text{Optimo} + 4 * t\text{Probable} + t\text{Pesimista}] / 6$ ).

### 2.3. COMPOSICION DE LA INDUSTRIA DE SOFTWARE POR TIPO DE EMPRESA

**Tabla 6 - Composición de la industria**

Sector	Cantidad	Porcentaje	Cantidad de empleados
Grandes empresas	6	1%	+ de 200
Medianas empresas	46	7%	Entre 51 y 200
Pequeñas empresas	229	34%	Entre 11 y 50
Microempresas	398	58%	Entre 1 y 10

Fuente: Fedesoftware (Federación Colombiana de la Industria del Software y Tecnologías Relacionadas) (2006)

La distribución geográfica de la cantidad de Grandes, medianas y pequeñas empresas en Colombia según la Tabla 6 está distribuida así: Bogotá con un 62%, Medellín con un 16%, Cali con un 9%, Bucaramanga con un 5% y Barranquilla con un 4%; Dato tomado según "Estudio de la Industria del Software en Colombia 2005" (DATANALISIS, 2005)



### **3. PROCESO DE ESTIMACION PARA PREVENTA DE PROYECTOS DE SOFTWARE**

Dados los objetivos propuestos en el proyecto, se propone un proceso formal para la estimación de tiempos y costos en proyectos de preventa de Software; para lograrlo fué necesario realizar un estudio detallado de la empresa que se iba a analizar, esto se logró con el apoyo de las directivas de la organización Carvajal Tecnología y Servicios. La estrategia que se realizó para la entrega del proyecto está enmarcada en 4 fases (Inicio, Análisis, Implementación y Documentación) de las cuales se entregarán mas detalles a continuación.

#### **3.1. FASE INICIO:**

En esta sección se logra identificar la empresa donde se va a realizar el piloto y los *Stakeholders* de la organización, también se firman acuerdos de confidencialidad de la información brindada por Carvajal Tecnología y Servicios. Durante el proceso de levantamiento de información se identifican tres equipos de trabajo fundamentales durante el ciclo de vida de la cotización; El Gerente de integración global, El director de proyectos y el equipo de iniciativas. Cada uno ejecuta funciones importantes en la ejecución de la estimación.

#### **3.2. FASE DE ANALISIS:**

En esta fase se obtiene toda la documentación posible de los proyectos que se van a analizar, esta documentación está acompañada de una ficha técnica y de un Excel de juicio de expertos donde se encuentran los tiempos y costos de los 17 proyectos piloto para el proceso, permitiendo realizar un comparativo de metodologías existentes para estimación con una muestra significativa de los mismos; dado el comparativo se llega a la conclusión que es necesario adaptar el modelo de Use Case Point el cual ayudó significativamente a brindar estimaciones más ágiles y precisas; paralelo a esto se hace una entrega formal del *WorkFlow* del proceso de estimación propuesto con las respectivas acciones por cada proceso del mismo. Cada grupo de trabajo realiza acciones sobre el proceso propuesto, cada una de ellas se explican a continuación.

### 3.2.1. Procesos del Área de Integración

Figura 3 - Proceso del área de integración



#### 3.2.1.1. Entregar información de la iniciativa

Para aceptar una solicitud de cotización en la capacidad de aplicaciones, la vertical o cliente solicitante debe entregar el acta de constitución, el documento de requerimientos, la información del equipo de trabajo (*StakeHolders*) y el responsable global de la solicitud. Una vez se recibe la información en un lapso hasta de 5 horas se asignará al equipo de iniciativas. La información de la iniciativa debe ser entregada vía correo electrónico al encargado de la dirección de proyectos en la capacidad de aplicaciones.

#### 3.2.1.2. Devolución de la iniciativa

El equipo de iniciativas y el Gerente de Proyectos puede devolver la iniciativa si:

- No sea viable técnicamente, o no este acorde con el producto, se puede remitir a investigación y arquitectura para que realicen una prueba de concepto.
- Existen versiones de documentos desactualizadas o distintas.

- El acta de constitución no está completamente diligenciada.

Luego de ser asignada al grupo de iniciativas y de haber leído la documentación y hacer un análisis previo a la presentación, el proceso de devolución puede tomar 2 horas o más dependiendo de qué tan extensa sea la documentación de la iniciativa.

#### **3.2.1.3. Notificación de asignación de iniciativa**

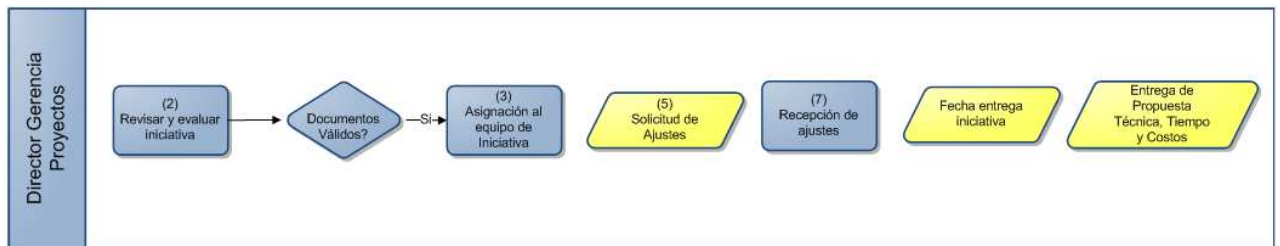
La notificación es recibida por el Gerente de integración global a través de correo electrónico o utilizando algún sistema de gestión de procesos. Se informa de la asignación del equipo de iniciativas y sus respectivos integrantes.

#### **3.2.1.4. Ajustar documentos**

El Gerente de integración global realiza los respectivos ajustes a los documentos entregados si y solo si el equipo de iniciativas después de que es presentado el proyecto reporta ajustes a nivel de la documentación del acta de constitución y requerimientos.

### 3.2.2. Procesos del Área de Proyectos

Figura 4 - – Procesos del área de proyectos



#### 3.2.2.1. Revisar y evaluar iniciativa

El director de Gerencia de Proyectos en la capacidad de aplicaciones revisará la documentación entregada por el área de integración y la aceptará siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- El Acta de constitución debe tener registrada información en los numerales correspondientes a: Necesidad del Negocio, Objetivos de Proyecto, Descripción del producto (requerimientos y características), Límites del proyecto, Factores críticos de éxito, Suposiciones del proyecto, Restricciones del proyecto y Observaciones.
- La sección de volumen de la información del acta de constitución debe contener información relevante como: Número de referencias, Documentos a intercambiar, Frecuencia de envío, Tiempo de almacenamiento, Número de usuarios, etc.
- Se debe definir un responsable en la vertical que esté encargado de solucionar inquietudes, gestionar reuniones, interactuar con el cliente externo, recibir y aprobar la iniciativa, consolidar datos en caso que la iniciativa requiera integrar otras capacidades, etc.

- Se debe definir la prioridad de la iniciativa, teniendo en cuenta las que ya se están ejecutando.
- Se debe haber seleccionado el equipo que desarrollará la iniciativa.
- Se debe indicar el centro de costos, país y cliente al que corresponde la iniciativa.

Una vez llegue la iniciativa y antes de asignar al equipo de iniciativas, el Director de Proyectos revisará la completitud de los puntos del acta y de la información que se solicita en el email. Este proceso tiene un máximo de duración de 4 horas.

#### **3.2.2.2. Asignación al equipo de iniciativas**

El director de Proyectos asignará formalmente la iniciativa a través de un correo electrónico donde se hace entrega de: Acta de constitución, Documento de requerimientos (si aplica), Interlocutor en la vertical, Suspensión de proyectos (si aplica) y el equipo de trabajo para la iniciativa por parte del área de proyectos.

El director de Proyectos también notificará vía correo electrónico al responsable de la iniciativa el Área de Integración que el equipo ha sido asignado para la revisión de la iniciativa y los pasos a seguir, informará tiempo estimado de entrega de la iniciativa a alto nivel. La duración de este proceso depende de la disponibilidad del interlocutor del área de integración y de la disponibilidad del equipo de iniciativas. Este tiempo se acuerda entre las partes.

#### **3.2.2.3. Solicitud de ajustes**

Si durante la presentación de la iniciativa se detecta la necesidad de completar y modificar la documentación entregada al equipo de iniciativas, se notificará a quien esté presentando la iniciativa del área de integración y el área de proyectos para que la persona encargada en el área de integración realice las actualizaciones y se le indicará la fecha de entrega de los mismos. Los ajustes se realizarán en la misma reunión de presentación y se formalizará con un email.

El responsable de la iniciativa en el área de integración deberá recibir las observaciones del equipo de iniciativas, si el ajuste implica cambios en el alcance, la iniciativa es suspendida hasta que se reciban los ajustes y la nueva documentación. Una vez recibido el ajuste por el equipo de iniciativas, se retomará la iniciativa de acuerdo a la prioridad definida por el área de proyectos.

#### **3.2.2.4. Recepción de ajustes**

El director de Proyectos del Área recibirá los ajustes a la documentación y los reenviará al equipo de iniciativas. Estos ajustes deben ser entregados en máximo 5 horas después de ser notificados.

#### **3.2.2.5. Fecha de Entrega iniciativa**

El equipo de iniciativas luego de tener clara la iniciativa procederá a refinar los tiempos de entrega de estimados de alto nivel e informará vía email al director Proyectos la fecha en la cual se entregarán los documentos de: casos funcionales, propuesta técnica y plan de trabajo.

#### **3.2.2.6. Entrega de Propuesta, costos y tiempos**

El director de Proyectos recibirá los entregables del equipo de iniciativas y formalizará su envío al Área de Integración a través de un correo electrónico dirigido al responsable de la iniciativa. Una vez se recibe la información en un lapso hasta de 5 horas se asignará al equipo. Los entregables para este proceso son:

##### **a. Propuesta Técnica**

El documento técnico contendrá la siguiente información seccionada en: Definición de la propuesta, Servicios y módulos que deben ser modificados (tabular), Descripción de las modificaciones o nuevas funcionalidades, Información particular a tener en cuenta, Plan de trabajo (definición de

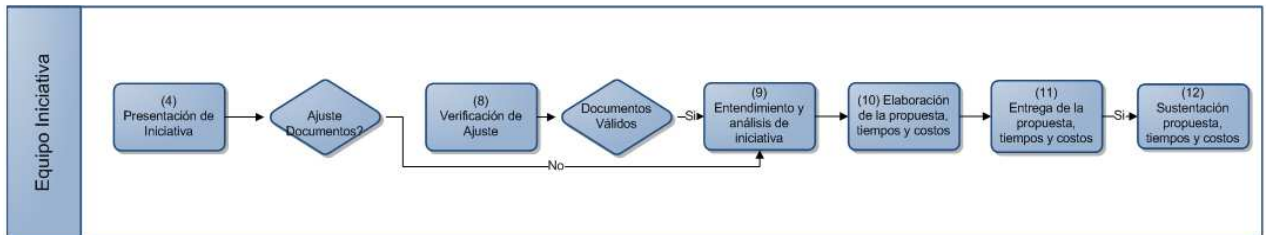
esfuerzo y duración), Recursos necesarios en la capacidad de aplicaciones y Bases para la estimación. Esta documentación tendrá una vigencia de 45 días, pasada esta fecha se ingresa nuevamente la iniciativa como una reentrada.

#### **b. Plan de Trabajo**

El plan de trabajo será entregado a través de una imagen en el correo electrónico, donde se podrá visualizar: Esfuerzo, Duración, Costo, Gant Chart (en meses o semanas, dependiendo de la duración), porcentaje de riesgo por área y porcentaje de incertidumbre de la propuesta.

### 3.2.3. Procesos del Área de iniciativas

Figura 5 - Procesos del área de iniciativas



*Es necesario aclarar que por motivos de facilidad para el lector, los procesos del Área de iniciativas se explicarán a continuación y no en la fase de implementación.*

#### 3.2.3.1. Presentación de la iniciativa

El encargado del equipo de iniciativas debe convocar su equipo a la reunión de presentación de la iniciativa, la persona responsable del Área de Proyectos es el encargado de presentar la iniciativa teniendo en cuenta la siguiente lista de chequeo: Quien es el cliente y que productos maneja con la empresa, debe tener claro cuáles son los problemas del cliente, datos de la competencia, fechas de entrega de la cotización, cual es el presupuesto esperado, que infraestructura tiene el cliente, y datos de dimensionamiento de plataforma y transacciones. El responsable de la presentación debe acordar con el equipo de iniciativas si es necesario realizar el proyecto en una o más fases dependiendo de la complejidad del mismo y de los tiempos de alto nivel que se manejen al finalizar la presentación.

Durante la presentación de la iniciativa el equipo planteará inquietudes a fin de entender completamente los requerimientos, sin embargo luego de la presentación pueden surgir más inquietudes que deban ser aclaradas. La duración de la presentación depende de la disponibilidad del interlocutor del Área de proyectos y de la disponibilidad del equipo de iniciativas, se debe acordar entre las partes y agendar la reunión.



### **3.2.3.2. Ajustes de documentos**

Si luego de la sustentación y entrega de la documentación por parte del equipo de iniciativa, el Área de proyectos detecta la necesidad de ajustar la documentación entregada, el equipo debe informar cuando entregará los ajustes solicitados.

### **3.2.3.3. Verificación de ajustes**

Verificar que los ajustes solicitados estén realizados, de no ser así el equipo de iniciativas solicita de nuevo realizar ajustes.

### **3.2.3.4. Entendimiento y análisis de iniciativa**

El área encargada del proceso inicia el proceso de implementación de la iniciativa planteando la solución al equipo, aclarando dudas e inquietudes con las demás áreas y se realiza recolección de información relevante que aporte a la solución. Una vez terminada la reunión de presentación, el equipo realiza una post reunión donde validará con Gerentes de producto y Líderes de producto las posibles soluciones. Es necesario dejar muy claro cuál va a ser el flujo de trabajo de la iniciativa al igual que el diagrama de contexto del proyecto, esto con el fin de no tener re-procesos en etapas posteriores o en el momento de realizar la entrega a las Áreas de Proyectos y de Integración.

### **3.2.3.5. Elaboración de propuesta, tiempos y costos**

Para este proceso se diseñó un artefacto en Excel capaz de poder brindar la agilidad requerida por el proceso en el momento de estimar, esto se logró adaptando una plantilla de Use Case Point existente acorde a las necesidades de la industria del Software. Seguidamente se estructuró un plan de trabajo que fuera acorde con los tiempos que el artefacto de estimación arrojara, este plan de trabajo está diseñado en Microsoft Project para facilidad del equipo de iniciativas en el momento de la entrega de costos.

La propuesta técnica es elaborada por el Líder del equipo de iniciativas apoyado con las áreas involucradas, este documento permite brindar una ayuda comercial para la adjudicación de las cotizaciones con los clientes, en esta se explica todo el proyecto, costos, tiempos y diagramas de contexto. A continuación se explicaran los tres artefactos de este proceso.

#### **5.2.3.5.1. Artefacto de estimación UCP**

Se ajustó una plantilla existente de *Use Case Point* capaz de brindar más agilidad al proceso de estimación, más precisión y un porcentaje bajo de error en la estimación. La plantilla fué tomada del modelo de UCP de TynerBlain<sup>3</sup>, el cual se adaptó para brindar una estimación confiable para el proceso. Esta es la explicación más detallada de cada una de las secciones del artefacto o plantilla de estimación.

#### **Actores**

Se identifican los posibles actores que van a interactuar con el sistema, cada actor tiene una complejidad, la cual está dada por el tipo del mismo; puede ser complejo, promedio o simple (ver gráfico 6). Para los proyectos estimados los actores no excedieron de un total de 3, pues es necesario analizar muy bien que o quienes deben ser actores significativos en mi proyecto, pues una mala información podría dilatar los tiempos finales del estimador.

---

<sup>3</sup> <http://tynerblain.com/blog/2007/02/20/software-cost-estimation-ucp-7/>

**Figura 6 - Sección de Actores**

Suma actores		Multiplicador	Numero de actores	Descripción
1	<b>Simple</b>	1	<b>0</b>	Actores simples son otros sistemas que se comunican con el software a través de un pre-definidos de la API. Una API puede estar expuesto a través de una dll, o como REST, SOAP, o cualquier otro servicio Web API o llamada a procedimiento remoto (RPC). El elemento clave es que usted está exponiendo la interacción con el software a través de un mecanismo específico y bien definido.
2	<b>Average</b>	2	<b>0</b>	Actores promedio pueden ser los seres humanos que interactúan en un protocolo bien definido, o pueden ser sistemas que interactúan a través de una API compleja o flexible.
3	<b>Complex</b>	3	<b>0</b>	La definición original de los actores complejos especifica que los usuarios que interactúan con el software a través de una interfaz gráfica de usuario son actores complejos. Si bien eso es cierto, la clasificación del mismo principio debe aplicarse a los usuarios que interactúan con el sistema de manera impredecible. Una interfaz AJAX que expone más de la aplicación subyacente (y almacenes de datos) que estaría disponible a través de un protocolo rígido podría introducir una complejidad similar.
Calculated AW			<b>0</b>	
Actores individuales		Multiplicador	Nombre actores	
1	Simple	1		
1		0		
1		0		
1		0		

### Casos de Uso

Se deben encapsular las funcionalidades del proyecto en casos de uso relevantes para el mismo (ver Gráfico 7). En esta sección es importante alimentar y consultar la historia de casos de uso de la empresa piloto, pues de esto depende el entendimiento del proyecto y una buena justificación del costo y tiempo al responsable de la cotización. Cada caso de uso tiene una complejidad y se mide según el número de clases que involucre el caso o el número de transacciones. Los casos de uso se almacenan en un repositorio de datos para que la plantilla con el pasar de los proyectos tenga una base de conocimientos solida que agiliza exponencialmente la adición de casos de uso.

**Figura 7 - Sección de Casos de uso**

Puntos casos de uso sin ajustar		Multiplicador	Numero de casos de	Descripción
1	<b>Simple</b>	5	<b>0</b>	Caso de uso simple- hasta 3 transacciones.
2	<b>Average</b>	10	<b>0</b>	Caso de uso medio - 4 a 7 transacciones.
3	<b>Complex</b>	15	<b>0</b>	Caso de uso complejo - mas de 7 transacciones.
Calculo UUCP			<b>0</b>	
Casos de uso individual		Multiplicador	Nombre de caso de uso	
	Simple			

**Ficha Técnica**

La ficha técnica contiene un cuestionario sencillo de preguntas que ayudan al estimador a calcular los factores técnicos y ambientales de la plantilla. Cada pregunta tiene un peso que esta enlazado con cada factor (Técnico o ambiental). Esta sección debe ser diligenciada cuidadosamente por el estimador, debido a que un cambio en una de las variables implica un cambio en costo y tiempo significativo para la cotización final. Dentro de la ficha se encuentran dos sub-secciones, las cuales hacen énfasis y cálculos para los factores ambientales y técnicos. En la tabla 7 se lista el cuestionario para los factores técnicos y en la tabla 8 los ambientales; los factores son independientes y tienen calificaciones de 0 a 5, las cuales el estimador solo tendrá que validar, pues los cuestionarios se encargan de asignarla dependiendo de la respuesta adjudicada.

**Tabla 7 - Cuestionario para factores técnicos**

Factor	Id	Pregunta	Calificación
Técnico	1	La arquitectura de la aplicación esta:	<input type="text"/>
	2	¿Qué tiempos de respuesta se esperan en las acciones de la aplicación?	<input type="text"/>

3	¿En qué porcentaje la aplicación va a ayudar al usuario final a ser más eficiente en su gestión?	<input type="text"/>
4	¿Cuántos algoritmos complejos hay en la aplicación o funcionalidad?	<input type="text"/>
5	¿Qué nivel de reutilización maneja el proyecto?	<input type="text"/>
6	¿Qué nivel de experiencia tiene el usuario final instalando la aplicación o funcionalidad?	<input type="text"/>
7	¿Qué nivel de usabilidad tiene la aplicación para el usuario final?	<input type="text"/>
8	¿Sobre cuántas plataformas se desarrollará el proyecto?	<input type="text"/>
9	¿Qué porcentaje de flexibilidad del software tiene el proyecto?	<input type="text"/>
10	¿Qué nivel de concurrencia maneja la aplicación?	<input type="text"/>
11	¿Se deben desarrollar algoritmos de seguridad?	<input type="text"/>
	¿Se incorporarán a la aplicación algoritmos de seguridad existentes?	<input type="text"/>
	¿Qué nivel de seguridad utilizará la aplicación?	<input type="text"/>
12	¿Qué nivel de reutilización de código con terceras partes manejará el proyecto o la funcionalidad?	<input type="text"/>
13	¿Qué complejidad de uso tiene el proyecto o la funcionalidad para el usuario final?	<input type="text"/>

**Tabla 8 - Cuestionario para factores ambientales**

Factor	Id	Pregunta	Calificación
Ambiental	1	¿El grupo está familiarizado con la tecnología y el modelo a utilizar?	<input type="text"/>
		¿El equipo conoce el cliente?	<input type="text"/>
		¿El equipo tiene dominio del sector?	<input type="text"/>
		¿El equipo de trabajo conoce el producto?	<input type="text"/>
		¿El equipo de trabajo tiene expertos en el producto?	<input type="text"/>
		¿Se tiene experiencia en aplicaciones similares? ¿Conocen la aplicación actual?	<input type="text"/>
	3	¿El grupo tiene experiencia en programación orientada a objetos?	<input type="text"/>
	4	¿Algún integrante posee habilidad o conocimiento claro de la funcionalidad (Tiene habilidades para analizar o diseñar soluciones)?	<input type="text"/>

		¿Hay líder capacitado en la funcionalidad?	
5		¿El grupo está motivado?	<input type="text"/>
6		¿Se esperan cambios a futuro? ¿Con que tanta frecuencia se esperan los cambios?	<input type="text"/>
7		¿Hay recursos en otros proyectos? ¿Cuántos recursos están en otros proyectos? ¿Los recursos juegan varios roles dentro del proyecto?	<input type="text"/>
8		¿Que lenguaje de programación se utilizará? ¿Los recursos tienen experiencia en el lenguaje de programación?	<input type="text"/>

### Cálculos

Los factores técnicos y ambientales de esta sección son auto calculados después de que el estimador califica cada pregunta de la sección de “Ficha Técnica”. El estimador podrá consultar los factores para efectos de revisión y podrá ajustarlos según su criterio. De igual manera los factores se explican un poco más en detalle a continuación:

- Factores Técnicos

Éste factor se compone de 13 ítems que describen y evalúan la complejidad de los casos de uso del sistema que se está estimando. Cada uno contiene un peso o multiplicador definido, el cual se puede clasificar en Irrelevante (calificación de 0 a 2), Medio (calificación de 3 a 4) y Esencial (calificación de 5) La calificación es subjetiva y está determinada por la percepción del equipo de estimación sobre la complejidad de la cotización que se está estudiando.

**Tabla 9 - Factores Técnicos**

	Factor técnico	Multiplicador	Magnitud relativa (Entre 0-5)
1	Sistema distribuido	2	
2	Objetivos de performance o tiempo de	1	

	respuesta		
3	Eficiencia del usuario final	1	
4	Procesamiento interno complejo	1	
5	El código debe ser reutilizable	1	
6	Facilidad de instalación	0.5	
7	Facilidad de uso	0.5	
8	Portabilidad	2	
9	Facilidad de cambio	1	
10	Concurrencia	1	
11	Incluye objetivos especiales de seguridad	1	
12	Provee acceso directo a terceras partes	1	
13	Se requiere facilidades especiales de entrenamiento a usuario	1	

Cada uno de los ítems de la tabla 9 de los factores técnicos se detalla a continuación.

#### **Sistema distribuido:**

La arquitectura de la solución puede ser centralizado o de *single-tenant*, o que puede ser distribuido (como una solución de n niveles) o *multi-tenant*. Los números más altos representan una arquitectura más compleja.

#### **Tiempo de respuesta:**

La rapidez de respuesta para los usuarios es un factor importante (y no trivial). Por ejemplo, si la carga del servidor se espera que sea muy baja, esto puede ser un factor trivial. Los números más altos representan importancia cada vez mayor de tiempo de respuesta (un motor de búsqueda tendrá un elevado número).

#### **Eficiencia:**

La aplicación que se va a desarrollar optimiza la eficiencia del usuario, o solo la capacidad. Los números más altos representan los proyectos que se basan más en la aplicación para mejorar la eficiencia del usuario.

**Procesamiento:**

¿Hay mucho trabajo algorítmico difícil de hacer y probar? Algoritmos complejos tienen números más altos. Consultas simples de base de datos tienen un número bajo.

**Reutilización:**

¿Reutilizar código es un objetivo o meta?, la reutilización de código reduce la cantidad de esfuerzo necesario para implementar un proyecto. También reduce la cantidad de tiempo necesario para depurar un proyecto. Una librería compartida se puede reutilizar múltiples veces, arreglar el código puede resolver múltiples BUGS<sup>4</sup>. Cuanto más alto sea el nivel de re-uso, menor es la calificación.

**Instalación:**

¿La facilidad de instalación para los usuarios finales es un factor principal?, entre más alto sea el nivel de competencia de los usuarios, más baja es la calificación.

**Usabilidad:**

¿Es la facilidad de uso un criterio principal para su aceptación? Cuanto mayor sea la importancia de la usabilidad, mayor es la calificación.

**Portabilidad:**

¿Se requiere soportar multiplataforma? Entre más plataforma tenga que soportar (esto puede ser versiones de browser, dispositivos móviles, etc. o Windows/OSX/Unix) más alta la calificación.

---

<sup>4</sup> Hace referencia a un defecto del software en cualquier etapa de su ciclo de vida.



**Facilidad de cambio:**

¿El cliente requiere la habilidad de cambiar o personalizar la aplicación a futuro? entre más cambios/ personalizaciones sean requeridos en el futuro la calificación es más alta.

**Concurrencia:**

¿Manejará bloqueo de base de datos y otros problemas de concurrencia? Cuanta más atención le tiene que prestar a la resolución de conflictos en los datos o la aplicación, mayor será la calificación.

**Nivel de seguridad:**

¿Se pueden aprovechar las soluciones de seguridad existentes, o se debe desarrollar código personalizado? entre más trabajo a la medida para el tema de seguridad (por ejemplo: *field level*, *page level*, o *role based security*), mayor será la calificación.

**Tercerización de software:**

¿La aplicación requiere el uso de controles de terceros o librerías? El código re-utilizable o código de terceros puede reducir el esfuerzo necesario para implementar una solución. Entre más código de terceros (y lo más confiable) menor será la calificación.

**Entrenamiento:**

¿Qué tanto entrenamiento requiere el usuario? ¿La aplicación es compleja, o soporta actividades más complejas? Cuanto más tiempo se lleva a los usuarios alcanzar un nivel de dominio del producto, mayor será la calificación.

- **Factores Ambientales**

Estos factores determinan la experiencia del equipo de desarrollo que va a realizar el proyecto. Los factores sobre los cuales se realizan las calificaciones están relacionados con las habilidades y experiencia del equipo que va a estar involucrado en la ejecución del mismo; cada ítem se califica de 0 a 5 donde una calificación de 1 indica que tiene fuerte impacto en el proyecto, 3 es un impacto medio y 5 implica alto impacto positivo en el desarrollo.

**Tabla 10 - Factores ambientales**

	<b>Factores de ambiente</b>	<b>Multiplicador</b>	<b>Magnitud relativa (Entre 0-5)</b>
1	Familiaridad con el modelo de proyecto utilizado	1.5	
2	Experiencia en la aplicación	0.5	
3	Experiencia en orientación a objetos	1	
4	Capacidad del analista líder	0.5	
5	Motivación	1	
6	Estabilidad de los requerimientos	2	
7	Personal part-time	-1	
8	Dificultad del lenguaje de programación	-1	

Cada uno de los ítems de la tabla 10 de los factores ambientales se detalla a continuación.

**Familiaridad:**

¿Qué experiencia posee el equipo de trabajo en este ámbito? El dominio del proyecto será un reflejo de lo que el software está destinado a lograr, no el lenguaje de implementación. En otras palabras, para un sistema de compensación de seguros escrito en Java, usted se preocupa por la experiencia del equipo en el

ámbito de compensación de seguros - no la cantidad de Java que hayan escrito. Los niveles más altos de experiencia obtienen un número mayor.

### **Experiencia en la aplicación:**

¿Cuánta experiencia tiene su equipo con la aplicación? Esto sólo será relevante al realizar cambios en una aplicación existente. Los números más altos representan más experiencia. Para una nueva aplicación, la experiencia de cada uno será 0.

### **Experiencia de programación:**

¿Cuánta experiencia tiene su equipo en programación orientada a objetos? Puede ser fácil olvidar que muchas personas no tienen experiencia en programación, si se está acostumbrado a tenerlo. Un proyecto centrado en el usuario o el uso de los casos de uso tendrá una estructura intrínsecamente orientada a objetos en la aplicación. Los números más altos representan más experiencia.

### **Capacidad:**

¿Cuánto conoce y que capacidad tiene la persona responsable de los requisitos? Requisitos malos son el asesino número uno de los proyectos - los informes de Standish Group reportan que el 40% a 60% de los defectos provienen de los malos requisitos. Los números más altos representan mayor habilidad y conocimiento.

### **Motivación:**

¿Qué tan motivado está su equipo? Los números más altos representan más motivación.

### **Estabilidad:**

Cambios en los requisitos pueden suponer un aumento de trabajo. La manera de evitarlo es mediante la planificación de controles de cambio estableciendo un sistema de medición para la gestión de estos. La mayoría de la gente no hace

esto, y algunas correcciones serán inevitables. Los números más altos representan un mayor porcentaje de cambios en el proyecto.

### **Disponibilidad:**

Se debe tener en cuenta que el multiplicador de este número es negativo. Los números más altos reflejan los miembros del equipo que están parcialmente. Los consultores externos, y los desarrolladores que se están dividiendo su tiempo entre proyectos influyen en la calificación. El cambio de contexto y otros factores intangibles hacen que estos miembros del equipo sean menos eficientes.

### **Complejidad de la herramienta de desarrollo:**

Este multiplicador es también negativo. Idiomas más duros representan los números más altos. Java podría ser difícil para un programador de FORTRAN por ejemplo. Se debe pensar en la complejidad de la herramienta en términos de dificultad para desarrollar por parte del equipo en la misma.

### **Resumen de cálculos**

La sección de resumen describe el final de los cálculos para determinar el número de horas de esfuerzo. El factor de productividad (Radio – ver Tabla 11) indica la relación que existe entre las horas hombre requeridas para cada Caso de uso estimado en la plantilla “casos de uso” (ver gráfico 7). Este cálculo se realiza con el fin de tener una aproximación del esfuerzo, pensando solo en el desarrollo según las funcionalidades de los casos de uso. Anteriormente, se sugería utilizar 20 horas persona por UCP, pero a través de los ajustes se ha ido mejorando y se calcula según el tamaño del proyecto (Alto, medio o Bajo) y los factores ambientales. El tamaño del proyecto se determina según la complejidad de los casos de uso y oscila entre 20 y 36 dependiendo de la experiencia del equipo de desarrollo. Para calcular las horas de esfuerzo por caso, primero se debe contar la cantidad de factores ambientales del 1 al 6 que tienen una puntuación menor a 3 y sumarlos también con la cantidad de estos mismos del 7 y 8 que son mayores que 3, si la suma es menor o igual a 2 el valor es 20, si es menor o igual a 4 el valor es 28 y si es mayor o igual a 5 el valor es 36 pero se evalúa la posibilidad de replantear los casos.

**Tabla 11 - Resumen final de cálculos**

Cálculo de otras variables		
TCF	Factor complejidad técnica	--
EF	Factor de ambiente	--
UUCP	Casos de uso sin ajustar	--
AW	Peso de los actores	--
Cálculo de casos de uso		
UCP	Puntos de casos de uso	--
Cálculo esfuerzo estimado		
Tipo	Tipo de Proyecto	<input type="text"/>
Radio	Horas de esfuerzo por casos de uso	20
<b>Horas de esfuerzo</b>		<b>-</b>

**Análisis de Estimación:**

En Carvajal Tecnología y Servicios se identificaron las diferentes áreas que intervienen en el proceso de estimación; cada una de ellas representa un porcentaje de horas en el proyecto, este porcentaje se ajustó de acuerdo a la comparación que se realizó de los porcentajes de trabajo de cada área en los proyectos ejecutados en la organización, estos porcentajes se ajustan dependiendo de la historia que se alimenta con cada proyecto que se finaliza.

**Tabla 12 - Porcentajes de participación por área**

Porcentajes de participación por área acorde con estudio de casos		
Área	Porcentaje de participación	Porcentaje de Buffer
Desarrollo	32% y 40%	20%

Calidad	25% y 32%	20%
Funcional	12% y 18%	15%
Requerimientos	3% y 5%	20%
Gerencia proyectos	9% y 14%	0%
Arquitectura	2% y 3%	0%

Cada área tiene un porcentaje de Buffer como se muestra en la tabla 12, este porcentaje se utiliza para que el integrador de la estimación bien sea el gerente de proyectos o el director comercial, puedan ingresar fácilmente los tiempos en su plan de trabajo, además de que es necesario manejar un porcentaje de holgura o riesgo para cada área con el fin de aumentar la precisión en el modelo.

Finalmente se tiene una tabla resumen como se ilustra en la tabla 13, donde se calculan las horas hombre en cada área involucrada en el proceso. Los únicos valores que se deben ingresar son: las horas de esfuerzo de desarrollo que se calcularon en la sección anterior (Ver tabla 11) y la cantidad esperada de recursos por área, el resto de campos la plantilla los calcula.

**Tabla 13 - Tabla resumen de cálculos de tiempos por área**

Áreas	Horas Esfuerzo	Horas Buffer	Porcentaje buffer	Porcentaje área	Recursos por área
Desarrollo	0	0	20%	40%	0
Análisis SQA	0	0	20%	4%	0
Testing SQA	0	0	25%	12%	0
Análisis Funcional	0	0	15%	10%	0
Requerimientos	0	0	15%	4%	0
PM	0	0	0%	13%	0
Arquitectura	0	0	0%	2%	0
Holgura	0	0	0.95	15%	0
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>95%</b>	<b>100%</b>	<b>0</b>

#### **5.2.3.5.2. Plan de Trabajo propuesto**

Después de explicar detalladamente la plantilla de estimación, la cual ayuda a determinar el número de horas invertidas en el proyecto por cada una de las áreas de desarrollo, el buffer por área y la cantidad de recursos, equipo de iniciativas responsable del proyecto, debe llevar esto a costos tangibles para el Área de Proyectos (Área responsable de mostrar los costos al cliente según margen de utilidades). Esto lo realiza a través del plan de trabajo que ayuda a costear el proyecto según los cálculos arrojados por la tabla resumen. (Ver gráfico 8).

En el plan de trabajo se ingresan los tiempos de desarrollo de cada área, al igual que su respectivo buffer. La persona encargada de entregar los costos del proyecto debe adicionar los recursos necesarios por cada área, para así determinar el esfuerzo y trabajo real del proyecto. La plantilla del plan de trabajo incluye los costos de horas hombre según el rol del recurso asignado a cada tarea, es necesario que en el momento que una empresa vaya a utilizar este plan ajuste estos costos. La sección de implementación se debe diligenciar conforme a los requerimientos de implementación establecidos por el cliente una vez inicia el proceso de licitación o cotización.

**Figura 8 - Plan de trabajo utilizado por UCP**

Task Name	Duration	Work	Cost
<b>PROYECTO</b>	<b>70 hours?</b>	<b>0 hours</b>	<b>\$ 0.00</b>
<b>PM</b>	0 hours?	0 hours	\$ 0.00
<b>CICLO PRODUCTIVO</b>	<b>70 hours?</b>	<b>0 hours</b>	<b>\$ 0.00</b>
<b>ESPECIFICACIÓN</b>	<b>0 hours?</b>	<b>0 hours</b>	<b>\$ 0.00</b>
<b>REQUERIMIENTOS</b>	<b>0 hours?</b>	<b>0 hours</b>	<b>\$ 0.00</b>
<b>Levantamiento, ejecución y comité</b>	<b>0 hours?</b>	<b>0 hours</b>	<b>\$ 0.00</b>
Ejecución	0 hours?	0 hours	\$ 0.00
Buffer	0 hours?	0 hours	\$ 0.00
<b>ANÁLISIS</b>	<b>0 hours?</b>	<b>0 hours</b>	<b>\$ 0.00</b>
<b>Software, ejecucion y comite</b>	<b>0 hours?</b>	<b>0 hours</b>	<b>\$ 0.00</b>
Ejecución	0 hours?	0 hours	\$ 0.00
Buffer	0 hours?	0 hours	\$ 0.00
<b>ASEGURAMIENTO DE CALIDAD</b>	<b>0 hours?</b>	<b>0 hours</b>	<b>\$ 0.00</b>
Ejecución	0 hours?	0 hours	\$ 0.00
Buffer	0 hours?	0 hours	\$ 0.00
<b>CONSTRUCCIÓN</b>	<b>0 hours?</b>	<b>0 hours</b>	<b>\$ 0.00</b>
<b>DESARROLLO</b>	<b>0 hours?</b>	<b>0 hours</b>	<b>\$ 0.00</b>
Ejecución SGP	0 hours?	0 hours	\$ 0.00
Ejecución CENf	0 hours?	0 hours	\$ 0.00
Buffer	0 hours?	0 hours	\$ 0.00
<b>CERTIFICACIÓN</b>	<b>0 hours?</b>	<b>0 hours</b>	<b>\$ 0.00</b>
Ejecución	0 hours?	0 hours	\$ 0.00
Buffer	0 hours?	0 hours	\$ 0.00
<b>IMPLEMENTACIÓN</b>	<b>70 hours?</b>	<b>0 hours</b>	<b>\$ 0.00</b>
<b>ACEPTACIÓN</b>	<b>0 hours?</b>	<b>0 hours</b>	<b>\$ 0.00</b>
Capacitación al equipo de soporte / Actividad de aceptación Interna	0 hours?	0 hours	\$ 0.00
<b>Aceptación del Cliente para montaje en producción</b>	<b>0 hours?</b>	<b>0 hours</b>	<b>\$ 0.00</b>
Sistema central	0 hours?	0 hours	\$ 0.00
<b>MONTAJE EN AMBIENTE DE PRODUCCION</b>	<b>63 hours?</b>	<b>0 hours</b>	<b>\$ 0.00</b>
<b>Sistema Central</b>	<b>63 hours?</b>	<b>0 hours</b>	<b>\$ 0.00</b>
Primer comité de instalación	0 hours?	0 hours	\$ 0.00
Segundo comité de instalación	0 hours?	0 hours	\$ 0.00
<b>Instalación de SW en ambiente productivo ****</b>	0 hours?	0 hours	\$ 0.00
Instalación en Sitio Alterno	0 hours?	0 hours	\$ 0.00
Pruebas en Sitio Alterno	0 hours?	0 hours	\$ 0.00



### **5.2.3.5.3. Propuesta técnica**

La propuesta o documento técnica es elaborado por el Líder del equipo de iniciativas apoyado con las áreas de Proyecto, Integración, Análisis y Calidad; este documento como se menciona en esta sección permite brindar una ayuda comercial para la adjudicación de las cotizaciones con los clientes.

La propuesta técnica detalla tiempos, costos y funcionalidades del proyecto a un nivel técnico en términos comerciales, como tal el documento no es una camisa de fuerza en el momento de entregar la cotización al cliente, pues en muchas cotizaciones de la industria, simplemente el cliente espera un valor en tiempo y en costo, por eso es necesario que en la reunión de presentación de la iniciativa el encargado del área de proyectos sea claro en la inclusión u omisión de la propuesta técnica. La propuesta técnica contendrá la siguiente información:

#### **1. Definición de la propuesta**

En esta sección se hace un breve resumen del proyecto y su alcance, se definen los procesos que se van a desarrollar y cuál es su impacto en la organización en caso de que se tenga que modificar uno ya existente. Dentro de la definición de la propuesta se detalla el alcance general mediante un diagrama de WBS<sup>5</sup> y el esquema de producción que es un diagrama explicando la solución propuesta.

#### **2. Servicios y módulos que deben ser modificados**

En esta sección se detallan los casos de uso utilizados en el artefacto de estimación (Plantilla en Excel) y se hace una breve explicación de los mismos. Esto se propone que sea utilizando tablas para dar un mejor orden a la documentación.

---

<sup>5</sup> WBS - Work Breakdown Structure (Estructura de descomposición de trabajo)

### **3. Descripción de las modificaciones o nuevas funcionalidades solicitadas por el cliente**

Se explica detalladamente las funcionalidades del proyecto y se clasifican en Funcionalidades de configuración, Funcionalidades relacionadas con transaccionalidad, Consultas y Reportes, Integración, Comunicaciones y Configuración del servicio. Se debe explicar conforme al esquema de producción ilustrado en la sección 1 de la propuesta.

### **4. Información particular a tener en cuenta**

En esta sección se tiene en cuenta el hecho de que EL CLIENTE es un cliente actual de la organización y está operando bajo las siguientes condiciones:

- a. Servicios que tiene activos
- b. Software de comunicaciones
- c. Condiciones de operación (horarios especiales, personalizaciones de alto riesgo, etc.)
- d. Documentos actuales (formatos, tamaños y frecuencia de envío)
- e. Volumen transaccional
- f. Tipo de soporte
- g. Cantidad de usuarios potenciales
- h. Cantidad de usuarios concurrentes

También se anexan cuadros comparativos de transacciones, software de terceros, servicios que se presentan en modalidad *outsourcing*<sup>6</sup> e información importante que aclara los casos de uso utilizados, el costo y el tiempo del proyecto.

## 5. Plan de trabajo: definición de esfuerzo y duración

El plan de trabajo para la ejecución del proyecto está planteado en dos secciones:

**Setup.** Actividades que se deben ejecutar para ajustar los productos de la empresa a las necesidades de EL CLIENTE y posteriormente instalarlos en un ambiente productivo, dejándolos listos para ofrecer el servicio contratado. En resumen:

- La duración está estimada en X horas
- El esfuerzo está estimado en X horas hombre
- Se propone ejecutar el *setup* en un número acordado de fases con el objetivo de tener salidas controladas a producción

**Masificación.** Actividades necesarias para extender la implantación del servicio contratado en todos los puntos acordados con EL CLIENTE, entendiendo como implantación las tareas correspondientes a instalación de módulos, instalación de mapas, capacitación, configuración de usuarios. En resumen:

- La duración está estimada en X horas
- El esfuerzo está estimado en X horas hombre
- Se propone ejecutar la masificación de la siguiente forma:

---

<sup>6</sup> Proceso de contratación de otra empresa para realizar tareas o desarrollos en los cuales el contratante no es experto o no tiene tiempo

- Tipo de capacitación (Presencial/e-learning)
- Sitios de capacitación presencial
- Cantidad de usuarios a capacitar
- Tiempo de capacitación
- Idioma de la capacitación

Las dos secciones del plan de trabajo tienen las siguientes consideraciones generales:

- El plan está representado en semanas, asumiendo un calendario de 5 días hábiles y recursos con disponibilidad inmediata de ambas partes.
- El plan será ajustado una vez se establezca la fecha definitiva de inicio ya que se deben incluir los días hábiles de cada país en donde se están considerando recursos disponibles para participar en el proyecto.
- Este plan de trabajo está hecho con base en la información suministrada por el cliente y tiene en cuenta las bases de estimación.
- Este plan de trabajo está sujeto a ajustes que se realicen de común acuerdo con el cliente, lo cual podrá variar tiempos, costos o alcance

## **6. Recursos necesarios para el desarrollo del proyecto**

Se entrega un cuadro donde se relacionan la cantidad de recursos por fase según la actividad y la etapa de ejecución.

## **7. Bases para la estimación**

Se mencionan los hechos y supuestos que han sido considerados por la organización en la estimación del esfuerzo requerido para la planeación del proyecto que se está analizando. Si estos hechos y/o supuestos no se cumplen, es necesario ejecutar un control de cambios para hacer un nuevo estimado.

### **3.2.3.6. Entrega de propuesta, tiempos y costos**

El Área de iniciativas hace la entrega formal de la propuesta técnica y el plan de trabajo del proyecto (tiempo y costo), se envía un correo electrónico notificando de la finalización de la estimación y se adjuntan los entregables. Si en la organización se cuenta con algún sistema de integración o alguna base de conocimientos, los documentos resultantes del proceso de estimación se deben publicar por el equipo.

### **3.2.3.7. Sustentación de propuesta, tiempos y costos**

El Equipo de iniciativas presenta la propuesta, tiempos y costos a quien se defina en el momento de la asignación de la iniciativa. La fecha de sustentación la define el Área de Integración con la disponibilidad de los interesados.

## **3.3. FASE DE IMPLEMENTACIÓN**

En la fase de implementación se realizan los respectivos ajustes al artefacto estimador que resultó de la fase anterior, seguidamente se realizan cuadros estadísticos con los resultados del modelo propuesto vs el actual utilizado por la empresa piloto. Finalmente se realiza el análisis comparativo del tiempo invertido por los recursos en las estimaciones de proyectos de preventa en Carvajal Tecnología y Servicios.

### **3.4. FASE DE DOCUMENTACION Y RESULTADOS**

En esta sección se terminaron de afinar los respectivos artefactos de salida del proceso y los análisis comparativos de las Fases de Análisis e Implementación. Se realiza una plantilla para el Plan de trabajo la cual es llenada utilizando los resultados del artefacto de estimación de Use Case Point; y se propone un Estándar técnico para la entrega formal del proyecto pero el diligenciamiento de este no es obligatorio (depende exclusivamente de que tan completa se requiere la cotización).

#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se seleccionó como empresa piloto a Carvajal Tecnología y Servicios, la cual brindó un apoyo invaluable para el análisis y la implementación del proceso de estimación. La empresa fué seleccionada debido principalmente por el impacto en la industria del software que tiene actualmente, es una organización que cuenta con más de 90 Ingenieros de desarrollo, 10 Arquitectos y 7 Coordinadores de proyectos, lo cual ha ayudado a consolidarse como una de las industrias de software más grande en el mercado del desarrollo del software en el Valle. Después de seleccionada la organización, se clasificaron 17 cotizaciones de proyectos de Carvajal Tecnología y Servicios con sus respectivos costos y tiempos de la metodología actual, se pudo lograr un cuadro comparativo de estos tal como se relaciona en la tabla 14.

**Tabla 14 - Relación costo de proyectos del modelo actual**

Proyecto	Esfuerzo Modelo Actual	Costo Modelo Actual
Proyecto 1	959	\$ 30,744,768.80
Proyecto 2	541	\$ 17,568,684.33
Proyecto 3	926	\$ 29,178,228.03
Proyecto 4	584	\$ 19,302,301.80
Proyecto 5	681	\$ 21,833,050.70
Proyecto 6	420	\$ 14,119,166.60
Proyecto 7	822	\$ 27,964,661.39
Proyecto 8	651	\$ 22,623,498.59
Proyecto 9	532	\$ 17,468,414.90
Proyecto 10	704	\$ 21,468,319.51
Proyecto 11	932	\$ 30,131,730.60
Proyecto 12	637	\$ 18,018,222.30
Proyecto 13	79.8	\$ 2,689,186.50
Proyecto 14	489.8	\$ 16,865,399.00
Proyecto 15	339.32	\$ 11,694,714.17
Proyecto 16	362	\$ 11,764,853.10
Proyecto 17	672	\$ 20,832,550.20

Después se realizó un análisis del tiempo invertido en cada proyecto así como también el número de integrantes de cada uno brindado un comportamiento como se muestra en la Tabla 15, después de encontrar que los tiempos de estimación de cada proyecto demandaban mucho tiempo de horas hombre y de recursos, se identificaron las posibles tareas que se realizan normalmente en el momento de realizar una cotización de un proyecto de preventa en Carvajal y se pudo observar que en promedio a la organización le está costando casi 3 millones de pesos cotizar un proyecto, además en promedio se estimó que la duración es de 29 horas hombre con un trabajo de 93 horas aproximadamente; todo esto fué posible identificarlo utilizando un plan de trabajo conforme las tareas principales que se realizan en el equipo de estimación, esto se puede confrontar claramente en el gráfico 9 que se adjunta a continuación.

**Tabla 15 - Relación proyectos vs tiempo y recursos**

Proyecto	Esfuerzo Modelo Actual	Costo Modelo Actual	Tiempo de estimación	Numero de recursos involucrados
Proyecto 1	959	\$ 30,744,768.80	21	5
Proyecto 2	541	\$ 17,568,684.33	21	6
Proyecto 3	926	\$ 29,178,228.03	35	5
Proyecto 4	584	\$ 19,302,301.80	21	4
Proyecto 5	681	\$ 21,833,050.70	35	4
Proyecto 6	420	\$ 14,119,166.60	21	4
Proyecto 7	822	\$ 27,964,661.39	35	4
Proyecto 8	651	\$ 22,623,498.59	21	4
Proyecto 9	532	\$ 17,468,414.90	35	6
Proyecto 10	704	\$ 21,468,319.51	21	6
Proyecto 11	932	\$ 30,131,730.60	35	7
Proyecto 12	637	\$ 18,018,222.30	21	4
Proyecto 13	79.8	\$ 2,689,186.50	35	4
Proyecto 14	489.8	\$ 16,865,399.00	35	4
Proyecto 15	339.32	\$ 11,694,714.17	21	4
Proyecto 16	362	\$ 11,764,853.10	21	5
Proyecto 17	672	\$ 20,832,550.20	21	5

El modelo actual que estaba utilizando Carvajal Tecnología y Servicios era una plantilla en Excel donde se detallaban los principales casos de uso del problema, las respectivas actividades y los tiempos según el(los) experto(s); cada funcionalidad requerida por la cotización se detallaba en el Excel así como



también el impacto en el desarrollo cuando alguna de estas afectaba algo existente. Para poder lograr entregar un tiempo final era necesario que las funcionalidades de la plantilla del Excel fueran estimadas por cada uno de los Ingenieros encargados en las áreas de Calidad, Análisis, Arquitectura y Desarrollo, haciendo tediosos y lento el proceso, pues se dependía de la disponibilidad de cada recurso y de la experticia que el mismo tuviera para estimar las funcionalidades inicialmente identificadas. Lo anterior a nivel de costos y tiempos se pude comparar claramente en el gráfico 9 del plan de trabajo actual.

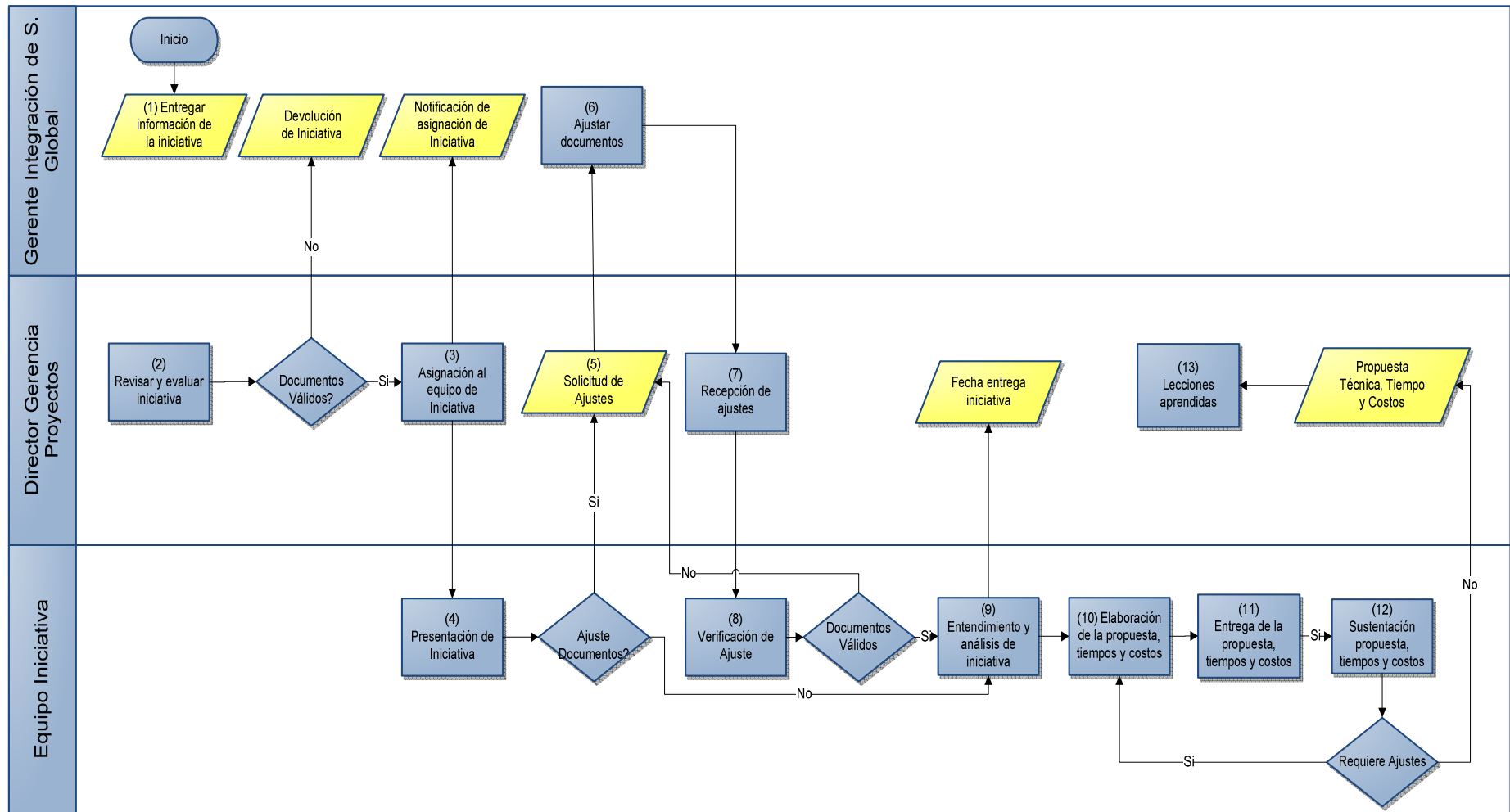
**Figura 9 - Plan de trabajo actual para estimar proyectos**

Task Name	Duration	Work	Cost
<b>DELPHI</b>	<b>29 hours</b>	<b>93 hours</b>	<b>\$ 2,923,135.00</b>
Asignación de iniciativa	2 hours	2 hours	\$ 86,688.00
Lectura acta de constitución	2 hours	8 hours	\$ 270,468.00
Reunión de inicio	2 hours	12 hours	\$ 409,168.00
Análisis de impacto	7 hours	35 hours	\$ 946,638.00
Temporizacion	3 hours	9 hours	\$ 275,670.00
Elaboración plan de trabajo	4 hours	4 hours	\$ 131,768.00
Elaboración propuesta técnica	7 hours	7 hours	\$ 254,863.00
Ajustes	2 hours	6 hours	\$ 183,780.00
Sustentación	2 hours	6 hours	\$ 225,390.00
Apoyo a proyecto, lecciones aprendidas	2 hours	4 hours	\$ 138,702.00

Seguidamente se desarrolló y planteó el proceso de trabajo (WorkFlow) para la optimización de tiempos y costos para preventa de proyectos de software, basado en la adaptación de modelos de estimaciones existentes según se ilustra en el gráfico 10.

Cada proceso del flujo esta detallado en la tabla 16, la cual explica las acciones, entradas y salidas de cada subproceso. Esta clasificación es una propuesta que Carvajal Tecnología y Servicios aprobó para su nuevo proceso de estimación de proyectos de preventa, en conjunto fué posible identificar tareas de cada Rol para brindar más agilidad en el momento de recibir una solicitud de cotización, pues la organización estaba perdiendo credibilidad en sus entregas y precisión en sus estimaciones, al punto de que algunos proyectos fueron necesarios cancelarlos debido a incumplimientos con las fechas de entregas de las cotizaciones.

Figura 10 - Flujo de trabajo del proceso de estimación



**Tabla 16 - Explicación flujo de trabajo de los procesos aplicados a la empresa piloto**

Nombre del proceso	Acciones del proceso
Entrega Información de Iniciativa (1)	<p>Para aceptar una iniciativa en la capacidad de la aplicaciones, la vertical o cliente solicitante debe entregar la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acta de constitución de la iniciativa (obligatorio)</li> <li>- DR en el que se definan los requerimientos funcionales y no funcionales para trabajar la iniciativa. (opcional)</li> <li>- Prioridad de la iniciativa respecto a las que se encuentren activas (obligatorio)</li> <li>- Equipo de trabajo que desarrollará la iniciativa. Este <i>ítem</i> debe ser especificado si la iniciativa comparte prioridad con alguna otra iniciativa que ya esté siendo evaluada por el equipo principal de iniciativas. Además, la vertical deberá definir qué proyectos se verán afectados por suspensión para que sus integrantes desarrollen la iniciativa.</li> <li>- Responsables de la iniciativa en la vertical</li> </ul>
Entrega Información de Iniciativa (1)	<p>La información de la iniciativa debe ser entregada vía correo electrónico al encargado de la dirección de proyectos en la capacidad de aplicaciones.</p> <p>Para el caso de la vertical de Comercio, los documentos deben ser entregados a la capacidad a través del Gerente de Integración de Soluciones.</p>

<p>Revisar y evaluar iniciativa (2)</p>	<p>El director de GP en la capacidad de aplicaciones revisará la documentación entregada por la vertical y la aceptará siempre y cuando se cumplan la siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El Acta de constitución debe tener registrada información en los numerales correspondientes a: <ul style="list-style-type: none"> <li>- (2) Necesidad del Negocio</li> <li>- (3) Objetivos de Proyecto</li> <li>- (4) Descripción del producto (requerimientos y características).</li> <li>- (6) Límites del proyecto</li> <li>- (7) Factores críticos de éxito</li> <li>- (8) Suposiciones del proyecto</li> <li>- (9) Restricciones del proyecto</li> <li>- (12) Observaciones</li> </ul> </li> <li>- En el punto 4 del acta de constitución se debe incluir el volumen de información con los siguientes datos: <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Número referencias del catálogo</li> <li>b. Documentos a intercambiar.</li> <li>c. Frecuencia de envío.</li> <li>d. Tiempo de almacenamiento</li> <li>e. Número de usuarios.</li> </ul> </li> <li>- Se debe definir un responsable en la vertical que esté encargado de solucionar inquietudes, gestionar reuniones, interactuar con el cliente externo, recibir y aprobar la iniciativa, consolidar datos en caso que la iniciativa requiera integrar otras capacidades, etc.</li> <li>- Se debe definir la prioridad de la iniciativa, teniendo en cuenta las que ya se están ejecutando.</li> <li>- Se debe haber definido el equipo que desarrollará la iniciativa.</li> <li>- Se debe indicar el centro de costos, país y cliente al que corresponde la iniciativa.</li> </ul>
<p>Devolución de la Iniciativa</p>	<p>El equipo de iniciativas y/o el GP de capacidad puede devolver la iniciativa cuándo:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. No sea viable técnicamente, o no este acorde con el producto, se puede remitir a investigación y/o arquitectura para prueba de concepto.</li> <li>2. Existen versiones de documentos desactualizadas o distintas.</li> <li>3. El acta de constitución no está completamente diligenciada.</li> </ol>
<p>Asignación al equipo de la Iniciativa (3)</p>	<p>El director de GP en la capacidad de aplicaciones asignará formalmente la iniciativa a través de un correo electrónico donde se hace entrega de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acta de constitución</li> <li>- DR, si aplica.</li> <li>- Interlocutor en la vertical.</li> <li>- Suspensión de proyectos afectados para iniciar la evaluación de</li> </ul>

	<p>la iniciativa, si aplica.</p> <p>- Equipo de trabajo para iniciativa de la capacidad.</p>
Asignación al equipo de la Iniciativa (3)	<p>El director de GP en la capacidad de aplicaciones notificará vía correo electrónico al responsable de la iniciativa en la vertical, que el equipo ha sido asignado para la revisión de la iniciativa y los pasos a seguir, informará tiempo estimado de entrega (alto nivel) de la iniciativa por parte del equipo de iniciativas.</p>
Presentación de la iniciativa (4)	<p>El Equipo de iniciativa de capacidad debe convocar al equipo a la reunión de presentación de la iniciativa, la persona que presentará la iniciativa debe exponer:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Quien es el cliente y que productos maneja con la organización.</li> <li>2. Tener claro cuáles son los problemas del cliente.</li> <li>3. ¿Cuáles son los competidores con los que nos estamos enfrentando?</li> <li>4. ¿En qué fecha se realizarán las reuniones y sustentaciones de la iniciativa?</li> <li>5. ¿Cuál es el presupuesto que tiene el cliente para invertir en servicios como los que le puede prestar Carvajal?</li> <li>6. ¿Cuál es su infraestructura tecnológica y de telecomunicaciones? ¿Qué productos tiene?, ¿cuántas transacciones, referencias de catálogo y usuarios que se manejaran?</li> <li>7. Debe tener priorizados los requerimientos.</li> <li>8. Debe apoyarse con el equipo de iniciativas para determinar si se trabajará por fases y su prioridad de salida a producción.</li> </ol> <p>Durante la presentación de la iniciativa el equipo planteará inquietudes a fin de entender completamente los requerimientos, sin embargo luego de la presentación de la iniciativa pueden surgir más inquietudes que deban ser aclaradas.</p>
Solicitud de ajustes (5)	<p>Si durante la presentación de la iniciativa se detecta la necesidad de completar y/o modificar la documentación entregada al equipo de iniciativas, se notificará a quien esté presentando la iniciativa de la vertical y al Director de GP de la capacidad para que la persona encargada en vertical realice las actualizaciones y se le indicará la fecha de entrega de los mismos.</p>

Solicitud de ajustes (5)	El responsable de la iniciativa en la Vertical deberá recibir las observaciones del equipo de iniciativas de la capacidad de aplicaciones, si el ajuste implica cambios en el alcance, la iniciativa es suspendida hasta que se reciban los ajustes.
Recepción de ajustes (7)	El director de GP en la capacidad recibirá los ajustes a la documentación y los reenviará al equipo de iniciativas.
Verificar ajustes (8)	Verificar que el (os) ajuste(s) solicitado(s) estén realizado(s), si no están realizado(s) el equipo de iniciativas solicita de nuevo realizar ajustes.
Entendimiento y análisis de iniciativa (9)	Desarrollar la iniciativa: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Planteamiento de la solución.</li> <li>- Aclaración de dudas e inquietudes con otras áreas.</li> <li>- Recolectar información para la solución.</li> </ul>
Fecha de entrega de la iniciativa	El equipo de iniciativas luego de tener clara la iniciativa procederá a refinar los tiempos de entrega de estimados de alto nivel e informará vía email al director GP de la capacidad la fecha en la cual se entregarán los documentos: casos funcionales, propuesta técnica, plan de trabajo.
Elaboración de propuesta técnica, tiempo y costos (10)	Estimar los casos funcionales: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estimación por parte de cada área.</li> <li>- Definición de incertidumbre por parte de cada área</li> <li>- Definición del buffer por parte de cada área</li> </ul> Elaborar plan de trabajo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Basado en los tiempos que entrega cada área.</li> </ul> Elaborar propuesta técnica Las áreas involucradas son análisis funcional, desarrollo, SQA e IPS
Entrega de propuesta técnica, tiempo y costos (11)	El director de GP en la capacidad de aplicaciones recibirá los entregables del equipo de iniciativas y formalizará su envío a la Vertical a través de un correo electrónico dirigido al responsable de la iniciativa en la Vertical.
Entrega de propuesta técnica, tiempo y costos (11)	La propuesta técnica contendrá la siguiente información: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definición de la propuesta</li> <li>- Servicios y módulos que deben ser modificados (tabular)</li> <li>- Descripción de las modificaciones o nuevas funcionalidades</li> <li>- Información particular a tener en cuenta</li> <li>- Plan de trabajo: definición de esfuerzo y duración</li> <li>- Recursos necesarios en la capacidad de aplicaciones</li> <li>- Bases para la estimación</li> </ul> Esta documentación tendrá una vigencia de 45 días, pasada esta fecha ingresa nuevamente la iniciativa será una reentrada.

Entrega de propuesta técnica, tiempo y costos (11)	El plan de trabajo será entregado a través de una imagen en el correo electrónico, donde se podrá visualizar: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Esfuerzo</li> <li>- Duración</li> <li>- Costo</li> <li>- Gant Chart (en meses o semanas, dependiendo de la duración)</li> <li>- % de riesgo por área</li> <li>- % de incertidumbre de la propuesta</li> </ul>
Sustentación propuesta, tiempos y costos (12)	Presentar la propuesta, tiempos y costos a quien se defina en el momento de la asignación de la iniciativa
Solicitud de ajustes	Si luego de la sustentación y entrega de la documentación por parte del equipo de iniciativa, la vertical detecta la necesidad de ajustar la documentación entregada, el equipo debe informar cuando entregará los ajustes solicitados.

Se estudiaron y compararon los principales modelos usados en el área de ingeniería de software para hacer estimaciones y se realizó cuadro comparativo entre los modelos COCOMO, UCP y DELPHI, esto dio como resultado los datos expuestos en la tabla 17.

**Tabla 17 - Cuadro comparativo de modelos de estimación**

<b>Modelos</b>	<b>COCOMO</b>	<b>UCP</b>	<b>Wideband Delphi</b>
<b>Características</b>			
Etapas de estimación	Etapas posteriores a la de planeación	Estimación en las primeras etapas del proyecto	Estimación en las primeras etapas del proyecto
Levantamiento de requerimientos	SLOTs, PF	Casos de Uso	Definición de funcionalidades por expertos
Factores de estimación subjetivos.	Factores Subjetivos en estimación de tamaños y complejidad, depende de la persona que realiza el estudio	Factores Subjetivos en estimación de tamaños y complejidad, depende de la persona que realiza el estudio	El factor subjetivo se minimiza al involucrar varios expertos
Volumen de información	Alto volumen de información requerida	Se requiere de expertos en la definición de los casos de uso y su complejidad	No requiere volumen de información o históricos.
Efectividad de la estimación	No saca resultados fiables en proyectos demasiado pequeños.	La estimación por UCP resulta muy efectiva para calcular el esfuerzo requerido en el desarrollo de los Casos de Uso de un sistema en las etapas tempranas del desarrollo del software.	El juicio de expertos es muy efectivo para estimar el esfuerzo en proyectos pequeños, a medida que aumenta la complejidad del proyecto se presenta más



			incertidumbre por parte de los estimadores.
Tiempo del estimador.	Requiere de mucho tiempo por parte del estimador.	Se logra estimar en poco tiempo, con simples hojas de cálculo y en la etapa de iniciativa del proyecto	Se logra estimar en poco tiempo, con simples hojas de cálculo y en la etapa de iniciativa del proyecto.

Dados los resultados de la Tabla 17, se pudo identificar que el modelo más cercano para realizar una buena estimación en etapas tempranas del desarrollo de software fué el de Use Case Point, con el que se realizaron los ajustes necesarios para obtener una plantilla capaz de brindar más agilidad al proceso de estimación, mejor precisión y disminución del porcentaje de error en la estimación.

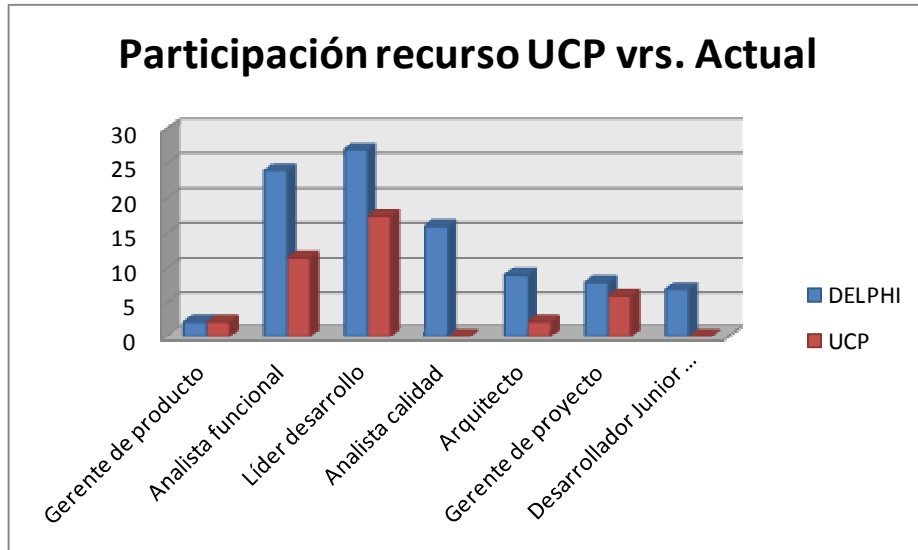
El proceso se inicio definiendo un flujo de trabajo para los *StakeHolders* que van a interactuar con el mismo; este flujo se estructuró para poder asignar entradas, salidas y acciones en cada uno de los subprocesos del modelo de estimación, definido esto se modificó una plantilla existente del modelo de UCP de TynerBlain<sup>7</sup>, el cual se adaptó para brindar una estimación confiable para el proceso.

Después de la implantación de todo el proceso en Carvajal Tecnología y Servicios, se obtuvieron resultados sorprendentes a lo largo de las 17 estimaciones de proyectos piloto de Carvajal. Cada proyecto se estimó y cotizó con el modelo propuesto y se pudo comparar con el que actualmente venían estimando.

---

<sup>7</sup> <http://tynerblain.com/blog/2007/02/20/software-cost-estimation-ucp-7/>

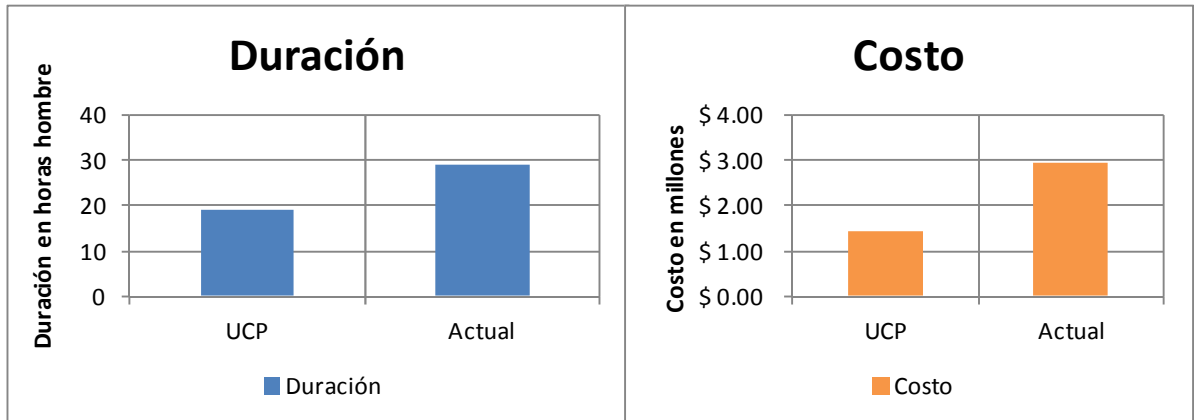
**Figura 11 - Gráfico de participación**



Se logró disminuir la participación de los recursos por área (ver Gráfico 11) pues ya solo fué necesario para la estimación un recurso estimador y otro de análisis, esto ayudó a reducir en tiempos y costos de dedicación un 50%, porcentaje que en dinero representaría para los 17 proyectos un total de 25 millones de pesos, este valor se puede calcular por proyecto según el plan de trabajo del equipo de estimación como se ve en la grafica 13 del plan de trabajo.

La ejecución del proceso propuesto logró disminuir notablemente los costos y el tiempo a la mitad del actual, brindando agilidad en el proceso, reducción de gastos y precisión en la cotización, lo anterior se puede ilustrar en el gráfico 12 del comparativo de duración, donde se resalta la reducción de duración y costo del modelo actual con el que Carvajal estimaba vs el propuesto por el proceso.

**Figura 12 - Comparativo de duración y costo vs modelos**



**Figura 13 - Plan de trabajo para estimar proyectos mediante UCP**

ID	Task Name	Duration	Work	Cost
1				
2	<b>MODELO UCP</b>	<b>19.5 hours</b>	<b>39 hours</b>	<b>\$ 1,414,754.50</b>
3	Asignación de iniciativa	2 hours	2 hours	\$ 86,688.00
4	Lectura acta de constitución	2 hours	6 hours	\$ 225,390.00
5	Reunión de inicio	2 hours	8 hours	\$ 298,206.00
6	Análisis de impacto	3 hours	6 hours	\$ 208,053.00
7	Configuración Modelo	1 hour	2 hours	\$ 69,351.00
8	Elaboración plan de trabajo	1 hour	1 hour	\$ 32,942.00
9	Elaboración propuesta técnica	5 hours	5 hours	\$ 182,045.00
10	Ajustes	1 hour	2 hours	\$ 69,351.00
11	Sustentación	1.5 hours	3 hours	\$ 104,026.50
12	Apoyo a proyecto, lecciones aprendidas	2 hours	4 hours	\$ 138,702.00

Finalmente después de configurar y cotizar los 17 proyectos piloto que suministró Carvajal Tecnología y Servicios, se pudo realizar el análisis comparativo a nivel de costo y esfuerzo para cada uno dando como resultado el análisis de la tabla 18,

esto a su vez se pudo graficar (Ver Gráfico 14 y 15) e identificar el porcentaje de desviación con relación al modelo actual.

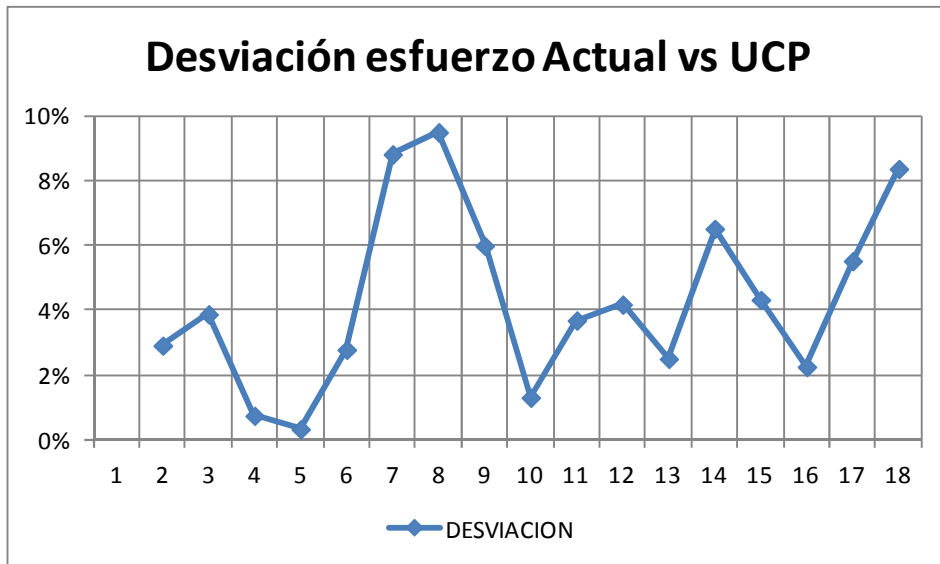
**Tabla 18 - Comparativo de esfuerzo y costo vs modelos**

Cotización	ESFUERZO		DESVIACION	COSTO		DESVIACION
	ACTUAL	UCP		ACTUAL	UCP	
Proyecto 1	959	931	2.92%	\$ 30,744,768.80	\$ 28,313,118.82	7.91%
Proyecto 2	541	562	3.88%	\$ 17,568,684.33	\$ 17,956,807.12	2.21%
Proyecto 3	926	933	0.76%	\$ 29,178,228.03	\$ 28,308,564.47	2.98%
Proyecto 4	584	586	0.34%	\$ 19,302,301.80	\$ 18,808,986.67	2.56%
Proyecto 5	681	700	2.79%	\$ 21,833,050.70	\$ 22,245,155.20	1.89%
Proyecto 6	420	457	8.81%	\$ 14,119,166.60	\$ 13,731,869.08	2.74%
Proyecto 7	822	900	9.49%	\$ 27,964,661.39	\$ 28,937,763.63	3.48%
Proyecto 8	651	612	5.99%	\$ 22,623,498.59	\$ 20,066,180.69	11.30%
Proyecto 9	532	539	1.32%	\$ 17,468,414.90	\$ 17,384,949.57	0.48%
Proyecto 10	704	730	3.69%	\$ 21,468,319.51	\$ 22,814,897.50	6.27%
Proyecto 11	932	893	4.18%	\$ 30,131,730.60	\$ 28,174,279.83	6.50%
Proyecto 12	637	621	2.51%	\$ 18,018,222.30	\$ 18,241,185.41	1.24%
Proyecto 13	79.8	85	6.52%	\$ 2,689,186.50	\$ 2,835,075.77	5.43%
Proyecto 14	489.8	511	4.33%	\$ 16,865,399.00	\$ 16,571,146.13	1.74%
Proyecto 15	339.32	347	2.26%	\$ 11,694,714.17	\$ 11,675,559.89	0.16%
Proyecto 16	362	342	5.52%	\$ 11,764,853.10	\$ 11,408,672.66	3.03%
Proyecto 17	672	728.18	8.36%	\$ 20,832,550.20	\$ 21,766,142.89	4.48%
<b>Promedio</b>	<b>607.76</b>	<b>616.31</b>	<b>4.33%</b>	<b>\$ 19,662,808.85</b>	<b>\$ 19,367,079.72</b>	<b>3.79%</b>

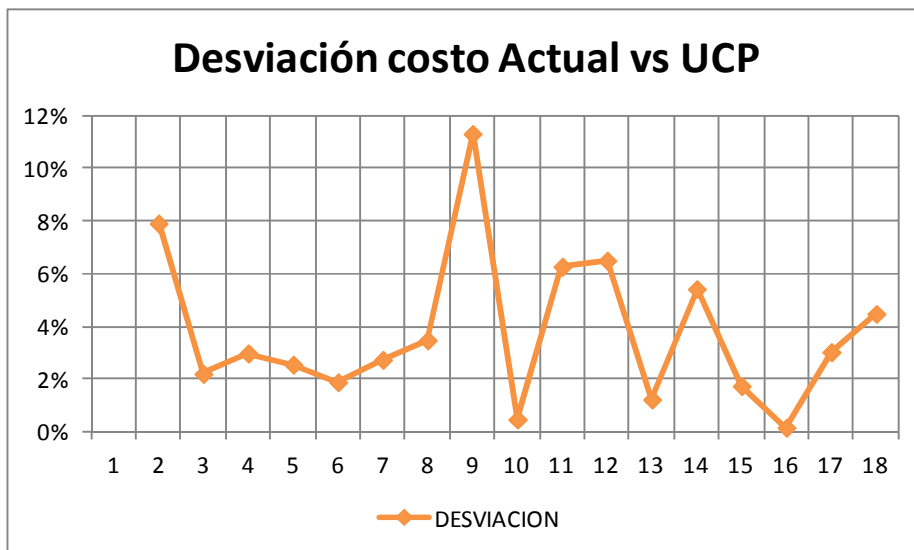
La desviación promedio del esfuerzo del modelo actual frente al de UCP fué de 4.33%, indicando que la precisión del modelo esta dentro de los rangos permitidos de desviación contemplados en los riesgos de cada proyecto, el cual oscila entre el 20% y el 30% de la duración de los mismos.

El comportamiento del esfuerzo actual vs el propuesto se muestra en el gráfico 14; de igual manera se puede analizar la desviación promedio del 3.79% relacionada con el costo del modelo actual vs el propuesto (Ver gráfico 15).

**Figura 14 - Desviación del esfuerzo actual vs UCP**



**Figura 15 - Desviación del costo actual vs UCP**



Al final de la implementación del proceso en Carvajal Tecnología y Servicios, se realizó un análisis de cuánto podría haber sido el ahorro en estimaciones sobre los 17 proyectos de la organización si hubiera implementado el proceso de UCP, y con gran sorpresa se calculó que este fué de 31 millones de pesos distribuidos en 5 millones por desviaciones de costos y 25 millones en la duración del proceso de la cotización al cliente; una cifra muy atractiva para 17 proyectos que tuvieron un promedio de 19 millones de pesos como cotizaciones en preventa.

## 5. CONCLUSIONES Y FUTURO TRABAJO

Dado que se detectó en los procesos de estimación una demora significativa en la entrega de los tiempos en las cotizaciones, se inicio un análisis al proceso actual de estimación de tiempos en Organizaciones productoras de Software utilizando a Carvajal Tecnología y Servicios como empresa piloto, verificando los comportamientos de costo, tiempo y recursos por área, permitiendo con esto lograr alcanzar el objetivo específico numero 1.

Dado el análisis anterior, se empezó a buscar modelos de estimación existentes y se empezó a estudiar modelos de estimación como COCOMO, Use Case Point (UCP) y Delphi; cada modelo aportaba características importantes para el propósito del proyecto, pero fué necesario investigar el proceso completo de estimación que se estaba realizando utilizando estos modelos; se pudo evidenciar que en algunas organizaciones no se contaba con un proceso formal, y que simplemente se daba un costo y tiempo en el momento de una cotización, gracias a estas características relevantes para el proceso, se logró construir una base sólida para la implementación del proceso y para la adaptación del artefacto de estimación. El artefacto de estimación se logró construir adaptando uno existente enfocado más a usuarios empíricos en la utilización de plantillas de Use Case Point. Con todo esto es posible cumplir con el objetivo específico 2.

Después de formalizar el proceso de estimación, se propuso el proceso de estimación basado en la adaptación de la metodología de Use Case Point, logrando disminuir los costos y el tiempo de estimación a la mitad del modelo actual, brindando agilidad en el proceso, reducción de gastos y precisión en las cotizaciones. Esto ayudó significativamente a la empresa piloto a llevar un orden en sus procesos y a poder en un futuro poder establecer métricas por proceso. La propuesta ayudó a cumplir con el objetivo 3 del Capítulo 1.

En Carvajal Tecnología y Servicios como empresa piloto, después de seleccionar los mejores proyectos que se cotizaron en el año 2011, se implementó y validó el proceso en las 17 solicitudes de cotizaciones, arrojando resultados importantes a nivel de costo y esfuerzo en el equipo de estimación, logrando una mejora del 50% (costos y tiempos) y una precisión del 4.33% sobre el modelo actual. El ahorro que se podía haber logrado con la utilización del proceso se expuso ante la organización, lo que motivó notoriamente a que hoy en día este proceso se esté ejecutando en las cotizaciones de Carvajal Tecnología y Servicios en Colombia. Finalmente esto ayudó a cumplir con el objetivo específico numero 4.

## **TRABAJO FUTURO**

### **Base para estimaciones**

Brindar una buena base para la estimación de tiempos, e impulsar la utilización o desarrollo de Herramientas para estimar tiempos y costos de proyectos de software. La base de estimación permitiría agilizar aun más el proceso propuesto pues ya se tendría una historia de los actores y los casos de uso que se realizaron en los proyectos cotizados.

### **Integración con análisis de riesgos**

Facilitar la integración del Análisis de Riesgos como un componente adicional a la Guía de estimación, haciendo que sea fácil su escalabilidad y utilización. Esto garantizaría cubrir con mayor aproximación los tiempos y costos estimados en un proyecto de Software brindando más tranquilidad en el momento de la ejecución del proyecto si es adjudicada alguna cotización con el cliente.

### **Instructivo**

Diseñar el Instructivo, de tal forma que pueda ser utilizada y configurada por otros campos empresariales distintos de las casas de Software. Esta visión está enfocada a que es necesario cambiar muchos factores en el artefacto estimador, pero podría ayudar para las licitaciones de proyectos que son de otro campo.

### **Software para estimación**

Construir una herramienta capaz de registrar la trazabilidad del proceso así como también el registro de los casos de uso, para que la salida sea el costo y el esfuerzo del proyecto. Esto permitiría que los procesos del flujo de trabajo puedan ser más fáciles de medir y tomar decisiones sobre los mismos.



## BIBLIOGRAFIA

Ing Marcela Corbo MBA, Ing Alejandra Lemos PMP.

GENEXUS Consulting. 2009, 29 diapositivas

<http://www.slideshare.net/genexus/109-metodología-para-la-estimación-de-tiempos-de-un-proyecto>

Dr. D. Javier Garzas Parra, Introducción a la estimación, 2005, 62 diapositivas

[http://www.google.com.co/url?sa=t&source=web&cd=1&ved=0CBgQFjAA&url=http%3A%2F%2Fjgarzas.googlepages.com%2Fjgarzas\\_Estimacion\\_Putnam.pdf&rct=j&q=putman%20jgarzas&ei=5JHITNe4HYT78AaGwoTMDA&usg=AFQjCNHBcpVz8VTWMuwuuvrpVbZ1Mk5luw&cad=rja](http://www.google.com.co/url?sa=t&source=web&cd=1&ved=0CBgQFjAA&url=http%3A%2F%2Fjgarzas.googlepages.com%2Fjgarzas_Estimacion_Putnam.pdf&rct=j&q=putman%20jgarzas&ei=5JHITNe4HYT78AaGwoTMDA&usg=AFQjCNHBcpVz8VTWMuwuuvrpVbZ1Mk5luw&cad=rja)

Lic. Vanessa Teixeira de Oliveira Sandi, Planeación de Proyectos Hipermedia. Estimación de costos.

<http://www.monografias.com/trabajos15/estimación-hipermedia/estimación-hipermedia.shtml>

Prof. Lauro Soto, Mexico, Estimación De Tiempos Costos Y Recursos

<http://www.mitecnológico.com/Main/EstimaciónDeTiemposCostosYRecursos>

Lian Lisette Hurtado, Planeación y estimación de Proyectos Informáticos, 2006

[http://www.wikilearning.com/artículo/planificación\\_de\\_proyectos-planeación\\_y\\_estimación\\_de\\_proyectos\\_informáticos/9597-1](http://www.wikilearning.com/artículo/planificación_de_proyectos-planeación_y_estimación_de_proyectos_informáticos/9597-1)

Maria del Carmen García y Javier Garzás, Método de Estimación de Puntos de Caso de Uso.

<http://www.kybeleconsulting.com/index.php/estimación-puntos-caso-de-uso.html>

SPARX Systems, Estimación de proyecto usando Métricas de Casos de Uso.

<http://www.sparxsystems.com.ar/resources/ucmetrics.html>

Hareton Leung y Zhanf Fan, Software Cost Estimation, Department of computing, Hong Kong. 2006, 14 páginas.

<http://www.st.cs.uni-saarland.de/edu/empirical-se/2006/PDFs/leung.pdf>

Linda M. Laird, The Limitations of Estimation, 2011  
<http://www.computer.org/portal/web/buildyourcareer/fa006>

Periyasamy, K.; Ghode, A.;  
Dept. of Comput. Sci., Univ. of Wisconsin-La Crosse, La Crosse, WI, USA  
Cost Estimation Using Extended Use Case Point (e-UCP) Model, 2009, 5 páginas  
[http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs\\_all.jsp?arnumber=5364515](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=5364515)

Strike, K.; El Emam, K.; Madhavji, N.;  
Sch. of Comput. Sci., McGill Univ., Montreal, Que  
Software cost estimation with incomplete data, 2001, 18 páginas  
[http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs\\_all.jsp?arnumber=962560](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=962560)

## ANEXOS

**Anexo A.** Ver archivo adjunto en Excel “01 – Plantilla de estimación Use Case Point.xls”

**Anexo B.** Ver archivo adjunto en Project “02 – Plantilla propuesta para plan de trabajo.mpp”

**Anexo C.** Ver archivo adjunto en Word “03 – Plantilla propuesta para propuesta técnica.docx”