

**METODO QUE APOYE LA FORMALIZACION DE LA ESTIMACION DE PROYECTOS
SOFTWARE EN PEQUEÑAS ORGANIZACIONES**



**CRISTIAN ALBERTO OLAYA MARQUEZ
LUIS FERNANDO CARVAJAL CHAVEZ**

DIRECTOR: Ph.D. FRANCISCO JOSÉ PINO CORREA

MONOGRAFIA

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS
GRUPO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO EN INGENIERIA DEL SOFTWARE-
IDIS
LINEA DE INVESTIGACIÓN DE CALIDAD DEL SOFTWARE: PRODUCTO Y
PROCESO
DICIEMBRE DE 2013**

AGRADECIMIENTOS

A nuestros padres por el apoyo y confianza depositada en nosotros para cumplir con éste objetivo.

A nuestros compañeros y amigos por la colaboración y el apoyo que nos brindaron durante la carrera.

A todos los profesores de la Universidad que nos compartieron y transmitieron sus conocimientos.

A todas las personas que nos brindaron su apoyo y amistad.

CONTENIDO

1. INTRODUCCION	8
1.1 Motivación.....	8
1.2 Contexto del Problema.....	9
1.3 Justificación	11
1.4 Objetivos	12
1.4.1. Objetivo General.....	12
1.4.2. Objetivos Específicos	12
1.5 Propuesta de Investigación.....	13
1.6 Estructura del Documento.....	13
1.6.1 Capítulo 1: Introducción.....	13
1.6.2 Capítulo 2: Marco Teórico y Estado del Arte	14
1.6.3 capítulo 3: Método para la Formalización de la Estimación.....	14
1.6.4 Capítulo 4: Prototipo Software.....	14
1.6.5 Capítulo 5: Evaluación.....	14
1.6.6 Capítulo 6: Conclusiones y Trabajos Futuros	14
2. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE	15
2.1 Marco Teórico	15
2.1.1 Formalización de procesos.....	15
2.1.1.1 Gestión de Conocimiento.....	15
2.1.1.2 Definición de Procesos Software	18
2.1.1.2.1 COMPETISOFT [19].....	19
2.1.1.2.2 ISO 12207 [20].....	20
2.1.1.2.3 CMMI [21]	20
2.1.2 Estimación	20
2.1.2.1 Estimación de Proyectos Software	21
2.1.2.1.1 Tipos de estimación (ver Anexo B).....	22
2.1.2.1.2 Roles involucrados en la estimación.....	23
2.1.2.1.3 Tips sobre estimación.....	23
2.1.2.2 Estimación en Normas Internacionales	24

2.1.2.2.1 Capability Maturity Model Integration - CMMI del SEI [21].....	24
2.1.2.2.2 Project Management Bok (PMBOK) [5]	25
2.1.2.2.3 ISO 12207 [20].....	25
2.2 Estado del arte	26
2.2.1 Estado del arte Gestión de Conocimiento	26
2.2.2 Estado del arte de estimación.....	28
2.2.2.1 Estimación de Costos	28
2.2.2.2 Estimación de Esfuerzo	29
2.2.2.3 Estimación de Proyectos	30
2.2.2.4 Otros Tipos de Estimación.....	31
2.3 Discusión y Aportes Investigativos.....	32
3. MÉTODO PARA LA FORMALIZACIÓN DE ACTIVIDADES	33
3.1 Procedimiento para determinar los elementos del método	33
3.1.1 Antecedentes.....	33
3.1.2 Pasos para la construcción del método	34
3.2 Aplicación del procedimiento	35
3.2.1 Buscar referentes en gestión y adquisición de conocimiento	35
3.2.2 Seleccionar referentes en gestión de conocimiento y adquisición.....	36
3.2.3 Estructurar en forma de actividades secuenciales la manera de realizar la adquisición en cada uno de los referentes	36
3.2.4 Comparar las distintas propuestas de adquisición.....	37
3.2.5 Determinar y aplicar criterios de selección de actividades	41
3.2.6 Determinar las actividades que compondrán el método.....	42
3.3 Vista general del método	45
3.3.1 Propósito.....	46
3.3.2 Objetivos.....	46
3.3.3 Roles	46
3.3.4 Diagramas de actividades.....	46
3.3.5 Descripción	47
3.3.6 Productos de trabajo.....	50
3.4 Vista específica del método: Estimación de proyectos software.....	51

4. PROTOTIPO SOFTWARE	61
4.1 Metodología de desarrollo [46].....	61
4.1.1 Ciclo de vida	61
4.1.2 Roles y responsabilidades de XP	61
4.1.3 Artefactos.....	62
4.2 Exploración	62
4.2.1 Especificación de requerimientos	62
4.2.2 Primer prototipo del software	63
4.3 Planeación	63
4.3.1 Especificación de historias de usuario	63
4.3.2 Priorización de las historias de usuario	64
4.3.3 Cronograma de iteraciones.....	64
4.4 Producción	65
4.5 Muerte.....	65
5. EVALUACIÓN.....	69
5.1 Aplicación del método para la formalización.....	69
5.1.1 Caso de estudio.....	69
6. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO	82
6.1 Resumen.....	82
6.2 Conclusiones	82
6.3 Recomendaciones	84
6.4 Trabajos futuros	84
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86

LISTA DE FIGURAS

Figura No. 1: modelo del ciclo de vida de la gestión de conocimiento.	17
Figura No. 2: distribución de actividades dentro del ciclo de Deming.	43
Figura No. 3: Método para formalización.	45
Figura No. 4: vista general del método construido.....	47
Figura No. 5: vista detallada de la actividad de preparación.	48

Figura No. 6: vista detallada de la actividad de contextualización.	48
Figura No. 7: vista detallada de la actividad de elicitación.	49
Figura No. 8: vista detallada de la actividad de estructuración.	49
Figura No. 9: vista detallada de la actividad de refinamiento.	50
Figura No. 10: prototipo página de inicio (CRUD-proyectos).	63
Figura No. 11: modelo de datos para el caso de ejemplo (CRUD-proyectos).....	65
Figura No. 12: vista de creación de un proyecto	66
Figura No. 13: vista de edición de un proyecto	66
Figura No. 14: vista principal de proyectos	67
Figura No. 15: vista de fases de contextualización.	67
Figura No. 16: diagrama de actividades para la solución del caso de estudio.....	70
Figura No. 17: vista general del método para formalizar.....	71

LISTA DE TABLAS

Tabla No. 1: Lista de referentes consultados	35
Tabla No. 2: Lista de actividades secuencias agrupadas por referente	37
Tabla No. 3: Comparación de actividades según categorías.	38
Tabla No. 4: Distribución de actividades según su valor ponderado.....	41
Tabla No. 5: identificación de posibles funcionalidades del prototipo software.	63
Tabla No. 6: especificación de historia de usuario No. 1.....	64
Tabla No. 7: listado de historias de usuario priorizadas	64
Tabla No. 8: planeación de iteraciones.	65
Tabla No. 9: Ejemplo de plantilla: Plantilla de Contextualización.	72
Tabla No. 10: métrica 1 para la evaluación del caso de estudio. (Definición)	72
Tabla No. 11: métrica 1 para la evaluación del caso de estudio. (Recolección)	73
Tabla No. 12: métrica 2 para la evaluación del caso de estudio. (Recolección)	76
Tabla No. 13: métrica 3 para la evaluación del caso de estudio. (Recolección)	76
Tabla No. 14: Actividad de estimación de la empresa Oderlógica formalizada.....	76

1. INTRODUCCION

1.1 Motivación

La formalización¹ de procesos es una actividad compuesta² que permite definir de manera correcta procesos a través de una adecuada gestión del conocimiento (ver sección 2.1.1.1, ver Anexo A). La gestión de conocimientos es un concepto que involucra técnicas que permiten lograr que actividades cotidianas de la organización (conocimiento tácito) queden consignadas de manera explícita (procedimientos, reglas, políticas, documentación, etc.), es decir, que pasen a ser activos de procesos de la organización (conocimiento explícito), estos contribuyen de manera directa a: la localización de fuentes de conocimiento, reutilización de experiencias, la mejora de procesos del desarrollo software, entre otros [1]. La definición de procesos es una idea fundamental en la Ingeniería del software, pues existe una relación directa entre la calidad del proceso y la calidad del producto desarrollado [2].

Cuando se tiene un proceso formalizado, se cuenta con documentación que presenta de manera clara y precisa la forma de realizar actividades, roles bien definidos y productos de trabajo asociado. Todo esto ayuda a reducir problemas técnicos, mejorar procesos de la organización y responder de manera adecuada a presiones del mercado, entre otras [3].

Por otra parte, la estimación de proyectos es una actividad imprecisa y en muchos casos subjetiva [4]. Realizar una buena estimación no solo implica predecir un resultado, sino que además conlleva realizar una planificación acertada del proyecto (identificación de actividades, tareas, tiempos, calendario, personal, etc.). La estimación de proyectos comprende la predicción de costos, tiempos y esfuerzo (personal) [5], por lo cual realizar una estimación de proyectos correcta permite definir costos y tiempos apropiados para la ejecución de un proyecto.

Sin embargo, la estimación de proyectos en muchas organizaciones se basa en el conocimiento de algunos expertos (gestor de proyecto, gerente de proyecto), lo cual lleva a que esta actividad en muchos casos no pueda llevarse a cabo por otras personas de manera sistemática. Es por esto que se hace necesario abordar una investigación sobre cómo formalizar la estimación adecuadamente.

¹Formalización: Acción de dar o aumentar la seriedad y estabilidad de una cosa (www.definition-of.net); Formalizar: Precisar, concretar (www.rae.es)

²Actividad compuesta: actividad que se compone de varias actividades

Esta investigación propone un método³ que combina un conjunto de técnicas y procedimientos para la gestión del conocimiento, con el fin de abstraer el conocimiento presente en las personas responsables de realizar la estimación. Se utilizan conceptos asociados con la definición de procesos, que ayuden a definir la forma como estima la organización; también se tienen en cuenta buenas prácticas para a estimación utilizadas en la gestión de proyectos, con el fin de fortalecer el método propuesto. Todo esto con el objetivo de guiar la definición de actividades que son críticas (como por ejemplo, la estimación de proyectos) para una pequeña organización de desarrollo de software (VSE) [1], de modo que queden consignadas de manera explícita para su posterior aplicación.

Este aporte puede considerarse como un primer paso para que las VSEs puedan empezar a generar activos procesos útiles, que les sirvan como base para aplicar la ingeniería del software basada en procesos en los proyectos que se vayan a desarrollar.

1.2 Contexto del Problema

Las pequeñas organizaciones de desarrollo de software VSEs (en inglés Very Small Entities), por lo general no cuentan con esquemas de planificación, esto ha hecho que muchas de ellas se enfrentan a problemas cotidianos relacionados con la gestión de sus proyectos [6]. La gestión de todo proyecto software siempre comienza con la planificación del proyecto y sus actividades, previo al inicio de la fase de ejecución del proyecto, el gestor y su equipo deben hacer una estimación del proyecto software⁴ [7].

Las pequeñas empresas deben prepararse cada vez más para afrontar la competencia que se avecina por los acuerdos comerciales establecidos con otros países, siendo la estimación de proyectos software una actividad clave en las etapas tempranas de un proyecto para el éxito del mismo [6]. “La estimación coloca los cimientos para las demás actividades de planificación del proyecto y proporciona la ruta para la ingeniería del software exitosa, se estaría mal aconsejado si se embarcara en un proyecto sin ella” [7]. De acuerdo con algunos estudios, en ingeniería de software se ha avanzado significativamente en diferentes áreas, sin embargo la estimación es una de las cuales ha tenido menor evolución [8], [4].

³ Método (en Ingeniería del Software): Un método es una articulación coherente, consistente y completa de un conjunto de prácticas, con un propósito específico que satisfaga las necesidades de los interesados bajo condiciones específicas [13].

⁴ Estimación del Proyecto: El trabajo, el esfuerzo, los recursos hardware y software que se necesitarán, el costo y el tiempo necesario para culminar el proyecto. La estimación del proyecto determinará casi con exactitud el verdadero costo y el esfuerzo persona-mes que se necesita en el desarrollo de un proyecto. Los hitos que se manejan son: 1) Delimitación del ámbito. 2) Estimación de recursos.

Es por esto que las pequeñas organizaciones se ven interesadas en mejorar la forma cómo están realizando actividades claves como la estimación de sus proyectos, especialmente cuando el mercado de TI en la región se encuentra en un proceso de auge [9]. En Colombia contamos con una industria de software emergente y con grandes posibilidades de proyección a otros mercados [10], [11], lo que implica que para poder entrar a competir a la altura de éstos se hace de vital importancia que estas empresas mejoren, entre otros aspectos, su forma de estimar. Mejorar aspectos de estimación puede impactar positivamente en la planeación y ejecución de sus proyectos buscando garantizar costos, tiempos, recursos y ganancias adecuados para las empresas.

Es común ver como las VSEs realizan la estimación de sus proyectos basados en históricos⁵ (por lo que siempre va a existir el riesgo de realizar una mala estimación) o incluso realizando estimación simplemente basados en la complejidad que aparenta tener un proyecto software a través del juicio de un experto [4] (aunque existe literatura que recomienda la utilización de estas técnicas). Dado que los recursos con los que cuentan las VSEs son limitados, en la mayoría de los casos no se tiene acceso a esta opción. En cualquier caso, para estas organizaciones la forma de realizar la estimación de un proyecto podría convertirse en algo difícil e impreciso de realizar.

En un estudio realizado recientemente a un sector de la industria del software [12], se evidencia que muchas VSEs no tienen su método de estimación formalizado⁶, sino que en muchas de estas organizaciones se tiene asignada una persona para realizar de “alguna manera” la estimación de los proyectos, de tal forma que si se asigna a otra persona para realizar o continuar con esta actividad, dicha persona no sabría cuál sería el paso a seguir para realizarla correctamente.

Lo anterior podría generar traumatismos o predicciones erróneas dentro de una organización, principalmente por la falta de contextualización del nuevo miembro del equipo en las actividades de estimación. El estudio [12] indica que un 100% de las empresas analizadas no cuentan con una formalización del método de estimación que utilizan durante la planificación de proyectos.

Actualmente es claro que todas las VSEs realizan de alguna forma la planificación de sus proyectos en donde implícitamente se incluye la estimación de estos. En algunos casos, la estimación de proyectos se convierte en una actividad subjetiva, en donde el director de proyecto propone su propia forma de realizar la estimación para un

⁵ Basados en otros proyectos similares en tamaño que la organización haya desarrollado. La disponibilidad de información histórica tiene una fuerte influencia en el riesgo de la estimación [7].

⁶ Formalizado: Precisado, concretado (www.rae.es)

determinado proyecto software, junto a otros actores involucrados en el mismo [4]. Sería ideal entonces encontrar mecanismos que apoyen a las VSEs a minimizar la subjetividad, de manera que la estimación sea más simple y se convierta en una actividad sistemática que no dependa de las personas.

Con esta investigación se aborda el problema presentado anteriormente, mediante la construcción de un método que apoya la formalización de actividades en proyectos software en el contexto de las VSEs y un prototipo software que da soporte al mismo.

La pregunta de investigación que se planteó para ser resuelta con ésta investigación es:

¿Cómo apoyar a las pequeñas organizaciones de desarrollo de software para que puedan formalizar su actividad de estimación de proyectos?

1.3 Justificación

La falta de formalización de actividades críticas como lo es la estimación en una VSE, es un problema⁷ que mediante la utilización de un método que apoye esta actividad, se podría convertir en una oportunidad de optimizar recursos, ajustar tiempos de proyectos, reducir tiempos de capacitación a personal, mejorar la predictibilidad, entre otras [3]; un método es una articulación coherente, consistente y completa de un conjunto de prácticas, con un propósito específico que cumple las necesidades de los stakeholders bajo condiciones específicas [13]. Dada la facilidad de aplicación y lo conciso de un método, su naturaleza para servir de guía se ajusta más al trabajo llevado por una pequeña organización, teniendo en cuenta que en el contexto de las VSEs se realizan desarrollos ágiles en la mayoría de los casos y muchas de ellas no cuentan con personal dedicado específicamente a las labores de calidad, o estimación. Además, en un método se tienen en cuenta la forma como se llevan a cabo las actividades y se utiliza la tecnología [1].

Un método de formalización apoyado en técnicas de gestión del conocimiento permite que algunas prácticas organizacionales aprendidas generadas en los proyectos se conserven, algunos autores afirman: “cuando un empleado se va de la organización, con él se “pierde” la experiencia que ha ido adquiriendo a lo largo de tiempo que ha estado trabajando” [1]. Contar con un método de estimación formalizado implica otras ventajas como [3]:

⁷ Problema: Conjunto de hechos o circunstancias que dificultan la consecución de algún fin.

- Mejorar la productividad: pues se cuenta con un proceso claro para realizar la actividad.
- Reducir re trabajo: además de poder ejecutar de manera sistemática la estimación, se identifican y eliminan problemas de manera temprana.
- Eficiencia del equipo de proyecto en la puesta en marcha: porque existe documentación del proceso para su formación.
- Mejorar la predictibilidad de calendarios y presupuestos: porque al tener la experiencia de proyectos pasados, se puede utilizar para mejorar procedimientos los nuevos proyectos.
- Incrementar la precisión de las estimaciones: basándose en los históricos generados.

1.4 Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Proponer un método⁸ que apoye a las pequeñas organizaciones de desarrollo de software en la formalización⁹ de la estimación de proyectos software.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar¹⁰ los elementos necesarios que componen el método que apoya la formalización de la estimación de proyectos software, mediante un análisis de la literatura.
- Elaborar¹¹ el método para la formalización de la estimación de proyectos software con base en los elementos analizados y generar las directrices y el conjunto de plantillas de apoyo para la aplicación del método propuesto.

⁸ Método (en Ingeniería del Software): Un método es una articulación coherente, consistente y completa de un conjunto de prácticas, con un propósito específico que satisfaga las necesidades de los interesados bajo condiciones específicas [13].

⁹ Formalización: Acción de dar o aumentar la seriedad y estabilidad de una cosa (www.definition-of.net); Formalizar: Precisar, concretar (www.rae.es)

¹⁰ Determinar: Distinguir, discernir

¹¹ Elaborar: Idear algo.

- Realizar un prototipo software que apoye la aplicación del método propuesto para la formalización de la estimación en una pequeña organización.
- Evaluar el método propuesto mediante su aplicación en una pequeña organización de desarrollo de software.

1.5 Propuesta de Investigación

La investigación desarrollada en esta tesis de pregrado, a diferencia de otros estudios, no desea implantar o proponer un nuevo método para realizar la estimación de un proyecto software, sino que desea abstraer como una VSE realiza la estimación de sus proyectos y representar dicha estimación de manera concreta y precisa, con el fin de hacer visible a toda la organización la forma de realizar esta actividad. La formalización de la estimación de proyectos software en una pequeña organización puede contribuir a la disminución de la subjetividad (que no dependa de la experiencia de unas pocas personas) y a convertir la estimación en una actividad que se lleve a cabo de manera sistemática y que se pueda realizar de una forma menos compleja.

1.6 Estructura del Documento

Esta investigación está compuesta de seis capítulos en los cuales se hace una completa descripción sobre el método propuesto y los resultados obtenidos tras su aplicación, incluyendo información detallada sobre el paso a paso del desarrollo de ésta investigación. También se incluye información sobre las principales conclusiones obtenidas después de haber aplicado el método en un caso de estudio y los posibles trabajos futuros que se podrían realizar por quienes estén interesados en la temática.

1.6.1 Capítulo 1: Introducción

Éste capítulo contiene una introducción general a la investigación desarrollada, inicialmente se hace la motivación acerca de los temas principales de la investigación como lo son la formalización, que se trata en términos de definición de procesos y gestión del conocimientos, y la estimación de proyectos software. En este capítulo también se hace contextualización del problema a resolver mediante la aplicación del método propuesto incluyendo la pregunta de investigación que se quiere responder. Más adelante se puede encontrar en la sección de Justificación, algunas de las ventajas que implica la utilización de un método para la formalización de la estimación. Finalmente se indican los objetivos generales y específicos de la investigación.

1.6.2 Capítulo 2: Marco Teórico y Estado del Arte

Este capítulo se compone de tres secciones principales que son: Marco teórico, estado del arte, y discusión y aportes investigativos de la investigación. La sección marco teórico incluye una introducción y conceptualización sobre temas relacionados con gestión de conocimiento, definición de procesos (estado de la literatura de este tema) y estimación de proyectos en el área de la ingeniería de software. En todos los casos se hace un análisis del tema desde la perspectiva de normas internacionales reconocidas a nivel mundial. La sección estado del arte incluye el estado de la literatura de las temáticas de gestión de conocimiento y estimación de proyectos software. Finalmente, en éste capítulo se plantea una discusión acerca de las temáticas tratadas y se incluyen los aportes investigativos del trabajo desarrollado.

1.6.3 capítulo 3: Método para la Formalización de la Estimación

Este capítulo presenta una visión completa del método para la formalización propuesto en la investigación. En la sección uno se presenta el procedimiento utilizado para la construcción del método propuesto. En la sección dos se plasman las descripciones detalladas de los pasos seguidos para la construcción de método. En la sección tres se consigna una visión global del método construido, teniendo en cuenta cada uno de sus componentes y su función, es de resaltar que con este método puede formalizarse cualquier tipo de actividad. Finalmente, en la sección cuatro se presenta la adaptación del método para la formalización aplicado a la actividad puntual de estimación.

1.6.4 Capítulo 4: Prototipo Software

Este capítulo presenta una descripción general del proceso de desarrollo utilizado para la construcción del prototipo software, así como aspectos generales del mismo. A modo de ejemplo se muestran algunos de los artefactos desarrollados para una de las funcionalidades del prototipo.

1.6.5 Capítulo 5: Evaluación

En éste capítulo se presenta la aplicación del método para la formalización por medio de un caso de estudio aplicado a una pequeña organización. En primer lugar se muestran aspectos generales del caso de estudio a aplicar como lo son el objeto de estudio, tipo de diseño del caso de estudio, preguntas de investigación, unidades de análisis, etc. Finalmente se muestran el análisis de los resultados obtenidos al aplicar el método en el caso de estudio, así como las limitaciones presentadas.

1.6.6 Capítulo 6: Conclusiones y Trabajos Futuros

En éste capítulo se muestran las conclusiones finales de la investigación realizada, así como los posibles trabajos futuros que podrían surgir a partir de ésta investigación.

2. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

En éste capítulo se incluyen tres secciones que permiten conceptualizar los temas relacionados con formalización y estimación de software. En la sección 2.1 (Marco Teórico) se incluye parte de la información base con la que se fundamenta esta investigación. En la sección 2.2 (Estado del Arte) se incluye una revisión de la literatura sobre formalización de procesos y estimación de software y su estado actual en la región y el mundo. Finalmente, se hace la discusión del capítulo y se incluyen los aportes investigativos del proyecto de investigación desarrollado.

2.1 Marco Teórico

Este trabajo de investigación pretende enriquecer con fundamentos teóricos e investigativos el área de mejora de procesos software. Además, busca apoyar con una propuesta concreta a aquellas pequeñas organizaciones que deseen formalizar actividades críticas de su organización como lo es la estimación de sus proyectos.

2.1.1 Formalización de procesos

En esta sección se hace una conceptualización sobre la gestión de conocimiento y sus temas relacionados, además, se describe lo que es la definición de procesos, en qué consiste un proceso, su importancia y qué es un modelo de procesos. También se incluyen conceptos importantes relacionados a la gestión del conocimiento y definición de procesos en normas internacionales.

La temática de formalización procesos, en ésta investigación se aborda desde dos perspectivas: primero, la gestión de conocimiento asociado al concepto de externalización¹², y segundo, desde la perspectiva que tiene que ver con el concepto de definición de procesos descritos en normas internacionales.

2.1.1.1 Gestión de Conocimiento

Para formalizar procesos también se hace importante estudiar lo relacionado con la disciplina de gestión de conocimiento (KM, por sus siglas en inglés “knowledge management”). En particular, en ésta sección se aclaran conceptos que tienen que ver con el conocimiento y sus aplicaciones, entender su funcionamiento y ver de qué manera puede la KM contribuir en la generación de activos de proceso útiles para una pequeña organización.

¹² Externalización: es el proceso de convertir conocimiento tácito a conocimiento explícito.

El conocimiento debe ser entendido como la manifestación a más alto nivel de la información, incluyendo experiencias personales, razonamientos lógicos y pensamientos personales. Algunas definiciones de conocimiento en la KM e ingeniería de software son [14]:

- El conocimiento es la información a la que se le ha dado sentido y llevado a un nivel más alto. El conocimiento surge del análisis, la reflexión y síntesis de la información.
- El conocimiento es la combinación de los datos y la información, a la que se añade la opinión de expertos, las habilidades y la experiencia, para dar lugar a un activo valioso que puede ser usado para ayudar a la toma de decisiones.
- Es una serie de datos y cifras resultantes del proceso de observación o medición, y que no se han procesado para su uso. Aquí "no procesado" puede ser entendido en el sentido que ningún esfuerzo específico se ha hecho para interpretar o comprender los datos.

Dentro de una organización de desarrollo de software el conocimiento es el activo más valioso, no obstante en muchas de ellas no se realiza una adecuada administración del mismo. Tal es el caso de algunas VSEs en donde los empleados tienen conocimientos especializados acerca de una actividad, estos conocimientos no se encuentran formalizados o explícitos para la organización, esta información se denomina conocimiento tácito. El conocimiento tácito [15] constituye todo aquello que se conoce pero no está plasmado, este concepto hace parte de una disciplina más grande denominada gestión de conocimiento, la cual permite con una serie de técnicas, llevar el conocimiento tácito presente en los empleados de la organización a conocimiento explícito. Es decir, explicitarlo¹³ y hacerlo visible a toda la organización como activos de proceso de manera que puedan ser utilizados como base para la elaboración de futuros proyectos.

Algunas definiciones sobre gestión del conocimiento se plantean a continuación:

- Es un proceso sistemático para adquirir, crear, compartir, sintetizar y usar información, ideas y experiencias para crear valor de negocio [16].
- “Es un proceso específico, sistemático y organizativo de adquirir, organizar y comunicar el conocimiento de los empleados para que otros puedan hacer uso de él” y cuyo propósito es ayudar a las compañías a crear, compartir y usar su conocimiento más efectivamente, representándoles reducción de errores, menos

¹³ Explicitarlo: Volverlo explícito. Explícito: Que expresa con claridad una cosa (www.rae.es)

trabajo, más independencia en tiempo y espacio del conocimiento de sus trabajadores y toma de mejores decisiones [17].

- Es la gestión de información o datos que adicionalmente captura la experiencia tácita de una persona con el objetivo de ser construida, compartida y utilizada sobre la organización de tal forma que incremente su productividad [14].

En la gestión del conocimiento, el nuevo conocimiento es creado a partir de relaciones de sinergia e interacción entre conocimiento tácito y explícito, y se da a través de 4 pasos: socialización, externalización, combinación e internalización [18] (ver Figura No. 1):

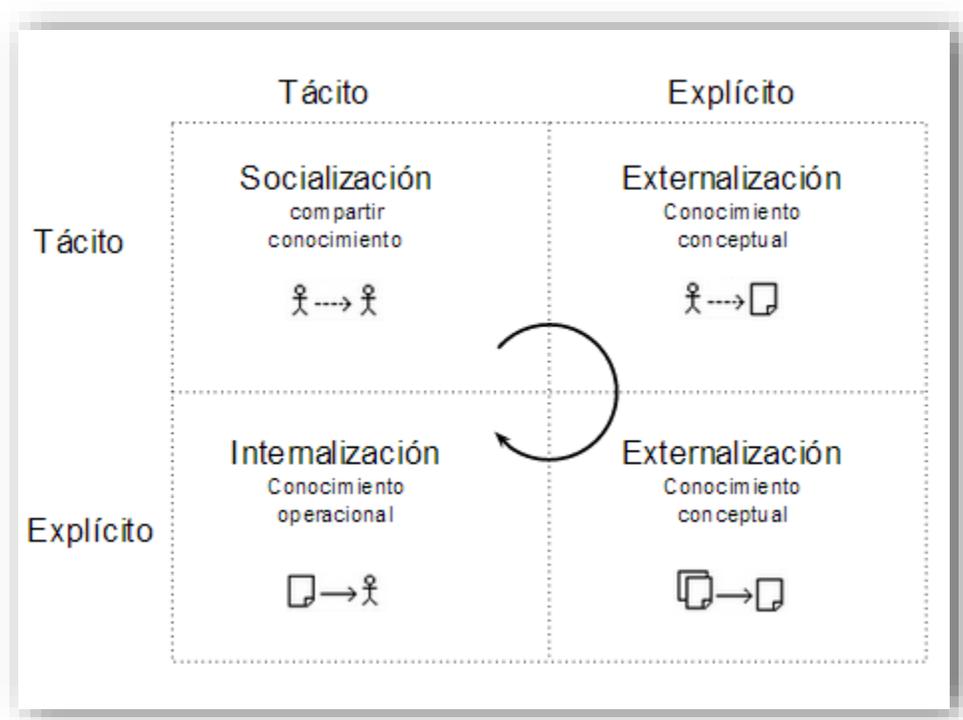


Figura No. 1: modelo del ciclo de vida de la gestión de conocimiento.

Socialización: es el proceso de compartir con otros las experiencias, habilidades técnicas, modelos mentales, y otras formas de conocimiento tácito.

Externalización: es el proceso de convertir conocimiento tácito a conocimiento explícito.

Combinación: es el proceso de combinar varios tipos de conocimiento explícito en nuevos patrones y relaciones, con el objetivo de dar solución problemas más complejos.

Internalización: es el proceso de probar y validar las nuevas relaciones en el contexto propio, tornándolo de esta forma en nuevo conocimiento tácito.

Es así como la gestión de conocimiento contribuye a: la creación de activos de proceso basados en la experiencia cotidiana de los empleados, la organización y gestión de este conocimiento, y por último, a la efectiva difusión para los procesos que lo requieran. Especialmente en la formación de personal, ejecución de nuevos proyectos alimentados con lecciones aprendidas y el refinamiento a partir de la experiencia en las estimaciones de proyectos.

En el caso de este trabajo de investigación la KM, aporta las herramientas que contribuyen a formalizar el conocimiento tácito de expertos o encargados de la estimación en las VSEs como conocimiento explícito, es decir, externalizar el conocimiento, aplicando el método propuesto. Una vez el conocimiento se haya externalizado, los activos de proceso generados brindarán apoyo a la formación de nuevo personal en estimación, y finalmente, contribuir a la generación de una base de conocimiento que permita el refinamiento de la actividad de estimación.

En el anexo A se encuentra una descripción más detalla del tema de KM.

2.1.1.2 Definición de Procesos Software

La ingeniería del software tradicional, ha estado basada en las metodologías, lenguajes de programación, modelos de desarrollo y herramientas. Pero, se hace necesario tener en cuenta la gestión y organización en los proyectos, para de esta forma atacar la complejidad de los sistemas. Actualmente se ha comprobado que asegurar la calidad de un producto sea o no software, no solo debe basarse en verificar su estado al final del ciclo de producción (calidad basada en el producto), sino que se debe realizar un correcto seguimiento de toda la etapa de elaboración del mismo (calidad basada en el proceso). Para abordar estos y otros problemas subyacentes, nace la ingeniería del software basada en procesos. Los procesos permiten tener definido de manera clara ante la organización como se debe realizar cada actividad durante el ciclo de vida del producto, brindando ventajas ante las dificultades inherentes que plantea la construcción del software, y permitiendo a la organización adquirir un nivel inicial de formalidad [1].

Otras definiciones de autores importantes sobre lo que es un proceso son [1]:

- Conjunto de actividades, métodos prácticas y transformaciones que la gente usa para desarrollar y mantener software y los productos de trabajo asociados

- Conjunto parcialmente ordenado de actividades llevadas a cabo para gestionar, desarrollar y mantener sistemas software.

Definir formalmente una actividad, implica el concepto de definición de procesos software. Un proceso, es un conjunto de actividades interrelacionadas que transforman unas entradas en salidas y para su definición o modelado se requiere la utilización de un modelo de procesos, un modelo de procesos consiste en la descripción de un proceso expresándolo en un lenguaje de modelado de procesos adecuado [1]. En los modelos de procesos se puede describir de una forma precisa los diferentes aspectos relacionados con los procesos software, de forma que con diferentes modelos se puedan expresar las diferentes vistas de un proceso. Para realizar modelado de procesos existen diferentes lenguajes de modelado que proporcionan la notación necesaria para representar los procesos software [1].

Diferentes autores han propuesto diversas clasificaciones para los lenguajes de modelado de procesos, por ejemplo [1]:

- McChensney propuso que los lenguajes de modelado de procesos se clasificaban en Descriptivos, Informales, Formales, Prescriptivos (manuales y automáticos).
- Ambriola et al. clasificó los lenguajes de modelados de procesos en tres categorías: Lenguajes de Especificación de procesos, Lenguajes de diseño de procesos y lenguajes de implementación de procesos.
- Zamli et al. propone una clasificación genérica, identificando los lenguajes de modelado de procesos No ejecutable, Simulados y Ejecutables.

A continuación se realiza un análisis puntual relacionado a la definición de procesos software en algunas normas y estándares internacionales:

2.1.1.2.1 COMPETISOFT [19]

Es un exitoso modelo de proceso pensado para la pequeñas organizaciones de Iberoamérica, en cuanto a formalización COMPETISOFT cuenta con un patrón de procesos, que es un conjunto de descripciones claras de los elementos con los que cuenta para documentar los procesos, este patrón se divide en tres partes: definición general de procesos, prácticas y guías de ajuste. Los cuales son muy útiles para llevar a cabo la definición de manera clara y poco compleja de los procesos llevados a cabo en una organización, no obstante no son una camisa de fuerza y pueden ser modificados de acuerdo a las políticas y necesidades de cada una.

COMPETISOFT constituye una herramienta de idónea dentro del área de procesos para las pymes.

2.1.1.2.2 ISO 12207 [20]

Esta norma en su apartado 6.2.1: gestión de procesos del modelo ciclo de vida, plantea que se debe definir, mantener y asegurar la disponibilidad de las políticas, los procesos del ciclo de vida, los modelos del ciclo de vida y los procedimientos que son usados por la organización. Dentro de este proceso y relacionado directamente con el área de formalización, se encuentra la actividad de “establecer los procesos”, la cual plantea que la organización establezca un conjunto de procesos de acuerdo con los procesos ciclo de vida software, que deben estar alineados con los objetivos de negocio de la organización. Esta norma define sus procesos de acuerdo con la norma ISO 15288.

ISO 12207 es una norma de gran relevancia a nivel mundial en la parte del ciclo de vida de desarrollo de software, por lo cual su guía de definición de procesos se debe analizar y si es pertinente tenerla en cuenta para la fundamentación del método a proponer.

2.1.1.2.3 CMMI [21]

Esta norma dentro de su nivel de capacidad 3: “Proceso definido”. Se denominan como procesos definidos aquellos a los cuales se les lleva a cabo su gestión, y han sido fruto de procesos estándar de la organización y utilizando además para su creación las guías de adaptación. Dentro de la especificación CMMI se encuentran las diferentes áreas de proceso, con sus respectivas metas genéricas y metas específicas. El área de proceso directamente relacionada con la formalización de actividades realizadas por la organización es la denominada Definición de Procesos de la Organización (OPD), que tiene como principal propósito “la definición de los procesos de la organización de manera que se establezca y mantenga un conjunto usable de activos de proceso de la organización y de estándares del entorno de trabajo”. OPD plantea dentro de sus metas y prácticas específicas, como llevar a cabo la correcta definición de procesos, para lo cual hace uso de los productos de trabajo asociado y las sub prácticas que servirán de soporte.

2.1.2 Estimación

La estimación de software a pesar de ser una de las áreas más críticas y de mayor importancia para las organizaciones, es una en donde el número de estudios relacionados con el tema es muy bajo en comparación con otras áreas de la Ingeniería del Software [8] [4]. Para poder estructurar de manera adecuada el método para la formalización de la estimación propuesto, se hace necesario hacer un estudio de

algunos de los principales métodos de estimación de proyectos software que actualmente se están manejando en la industria.

Inicialmente se hace una introducción al concepto específico de estimación y los tipos de estimación que se pueden realizar. Más adelante se incluyen citas sobre cómo definen ésta actividad algunos importantes autores, incluyendo los aspectos relevantes a considerar en la estimación, los roles involucrados y algunos consejos para realizar una buena estimación. También se tienen en cuenta aspectos relacionados con estimación tratados en las principales normas internacionales.

2.1.2.1 Estimación de Proyectos Software

Las estimaciones no son algo preciso por lo que siempre se debe contar con margen de error en los recursos necesarios para un proyecto (esfuerzo, tiempo). Hay que tener en cuenta que el costo del software va a estar altamente influenciado por los gastos de personal.

La estimación en la industria del software se hace difícil al tener que realizar un producto diferente en cada proyecto, no obstante, el proceso de estimar en la industria software se puede llevar a cabo de manera exitosa si se cuenta con documentación adecuada de proyectos anteriores (tamaño del software, costos, productividad, entre otros). Por lo que es clave invertir tiempo en la recolección de información cuando se lleva a cabo la estimación, de manera que se recojan datos útiles para guiar proyectos futuros [22]. Algunas definiciones relacionadas a la estimación en la industria de las tecnologías de la información (TI) se presentan a continuación [22] [7].

- La estimación es la predicción más optimista con una probabilidad distinta de cero de ser cierta. Una estimación es una predicción que tiene la misma probabilidad de estar por encima o por debajo del valor actual.
- La estimación es el trabajo, el esfuerzo, los recursos hardware y software que se necesitarán, el costo y el tiempo necesario para culminar el proyecto. La estimación del proyecto determinará casi con exactitud el verdadero costo y el esfuerzo persona-mes que se necesita en el desarrollo de un proyecto.
- Una estimación software es una predicción de cuánto tiempo durará o costará un proyecto.

En general, los ítems de mayor importancia que comúnmente se estiman en un proyecto son:

- El tamaño del producto (número de líneas de código o puntos de función)

- El esfuerzo (persona-mes)
- La planificación (meses/duración)

2.1.2.1.1 Tipos de estimación (ver Anexo B)

Para realizar estimaciones, numerosos métodos y clasificaciones se han propuesto, algunos de los métodos de mayor uso para realizar estimaciones son:

- Opinión de expertos: uno más expertos dan una predicción basada en su experiencia personal.
- Demorar la estimación la mayor cantidad de tiempo posible en el proyecto.
- Estimación por analogía: consiste en tomar un conjunto de proyectos terminados, para compararlo con estos y de acuerdo a las similitudes o diferencias se establece el costo del proyecto.
- La descomposición: se basa en realizar una división del producto que se va a construir hasta el punto, que se pueda calcular el costo de cada una de las unidades que lo componen.
- Ecuaciones o modelos de estimación: son fórmulas que relacionan distintas características del proyecto (complejidad del problema, experiencia del personal, entornos de desarrollo entre otros), las cuales son evaluadas y arrojan un estimado, dependiendo de los valores de ajuste utilizados según la necesidad.
- Métodos “el precio para ganar”: se basa en el precio que debe brindar la compañía para la obtención del contrato, es claro que la viabilidad de este debe validarse con otros métodos.
- Método “ley de Parkinson”: dicta que el trabajo se expande hasta ocupar todos los recursos disponibles, es decir la empresa toma tantos proyectos como su capacidad lo soporta.
- Modelos estadísticos (paramétricos): elaborados con regresión estadísticas de datos recogidos de una gran cantidad de proyectos.
 - Lineales: la relación del esfuerzo del proyecto con los distintos atributos es de tipo lineal
 - No lineales: constituidos por ecuación exponenciales respecto al tamaño del software que se desea construir, medido en líneas de código.

- Modelos basados en una teoría: se apoyan en una teoría previa sobre el esfuerzo de desarrollar software.
- Modelos compuestos: incorporan una mezcla de varias técnicas, el más conocido de este tipo es COCOMO.
- Basados en puntos función (FPA de IFPUG, COSMIC-FFP, Puntos Casos de Uso, etc.), que estiman el tamaño funcional de un producto software desde los requisitos.

2.1.2.1.2 Roles involucrados en la estimación

Dentro de un proyecto software se cuenta con diferentes personas que interactúan, los cuales son llamados interesados o stakeholders y desempeñan distintos roles. Para estimar adecuadamente dentro de un proyecto software, se recomienda que estén presentes diferentes roles, entre ellos: el estimador, jefe de proyecto, desarrollador, clientes y usuario final [23].

- Jefe de proyecto o estimador: persona que tiene la responsabilidad de planificar, controlar y dirigir las actividades del proyecto.
- Desarrollador: un miembro encargado de hacer labores de desarrollo, pues son ellos los que finalmente harán el mayor esfuerzo para el desarrollo del proyecto.
- Clientes: stakeholders relevantes para un adecuado dimensionamiento del proyecto.
- Usuario final del producto: que ayude al cliente a clarificar sus ideas.

2.1.2.1.3 Tips sobre estimación

En esta sección se incluye un listado de observaciones importantes a tener en cuenta que según las fuentes consultadas, podrían ser claves para el éxito de la estimación [22].

- 1 En la planificación no se debe incluir el tiempo necesario para la especificación de requerimientos.
- 2 Si se va a hacer una estimación a priori, sin ningún tipo de análisis previo, es mejor hacerla en términos de líneas de código, pues si no se tiene claro el lenguaje con el que se va a trabajar, una función en un lenguaje puede ser tres o cuatro veces más grande en otro lenguaje pero las líneas de código siempre serán las mismas.
- 3 Es recomendable tener a alguien de la parte técnica dentro del grupo que negocia los requisitos.
- 4 Cuando los proyectos son pequeños, se puede tener en cuenta formas de planeación como los diagramas de Gantt.

- 5 En toda estimación se deben incluir tiempos de posibles retrasos.
- 6 En la estimación no se debe tener en cuenta el tiempo empleado en actividades como la recolección de requisitos, éste tipo de actividades ya deben haberse ejecutado antes de realizar la estimación.
- 7 En la estimación se deben incluir actividades de capacitación de personal o instalación de software.
- 8 La persona encargada de la estimación debería contrastar su estimación con los responsables directos de cierto desarrollo o artefacto.
- 9 En un desarrollo se debe estimar al menos 3 veces: en la etapa de viabilidad, en la etapa de requisitos y en la etapa de desarrollo.

2.1.2.2 Estimación en Normas Internacionales

En esta sección se hará un recorrido por las principales normas internacionales relacionadas con la estimación, en cada apartado se pretende mostrar de manera breve el enfoque usado por cada norma para abordar este proceso, así como, las principales técnicas, herramientas y pautas empleadas para realizar una adecuada estimación durante la ejecución de un proyecto.

2.1.2.2.1 Capability Maturity Model Integration - CMMI del SEI [21]

El estándar internacional CMMI dentro de su área de proceso planificación de proyecto (PP), más específicamente en la primera meta específica denominada Establecer Estimaciones, plantea qué se debe estimar dentro de un proyecto software y los elementos a tener en cuenta para realizar una adecuada estimación. Es de resaltar que en este apartado el estándar presenta un gran compendio de herramientas y buenas prácticas, que cualquier organización puede tomar como base para la adecuada estructuración de su proceso de estimación.

En cuanto a estimación se abordan de manera detallada los temas relacionados con: estimar el alcance del proyecto, los productos de trabajo, las tareas, la estimación del esfuerzo y la estimación del coste. Para llevar a cabo estas actividades en los proyectos se recomienda tener claro aspectos como los requerimientos del proyecto, requerimientos del producto, restricciones de la organización y el cliente, el alcance del proyecto, productos de trabajo, tareas del proyecto y el calendario, entre otros. Además, se hace énfasis en la definición del ciclo de vida del producto, lo cual también da apoyo a la determinación de los tiempos y recursos asociados a muchas actividades del desarrollo.

Es de vital importancia que los aspectos relacionados con la planificación sean tenidos en cuenta para la adecuada coordinación del proyecto, actividades como la asignación de personal, dirección, información y la elaboración de los presupuestos, se nutren y dependen ampliamente de los productos resultantes de la planificación del proyecto.

2.1.2.2.2 Project Management Bok (PMBOK) [5]

PMBOK de estimación, estas son, el área de gestión del tiempo y el área de gestión del costo del proyecto, en estos apartados se da un gran aporte al tópico de la estimación, brindando documentación robusta acerca de cada una de las actividades, determinando qué se debe estimar y brindando una vasta gama de herramientas de soporte para llevar a cabo las respectivas estimaciones.

En el área de conocimiento de gestión del tiempo se trata lo relacionado con las actividades, principalmente cómo realizar su correcta definición, organización en secuencia, estimación de recursos y estimación de su duración. Además, se aborda un tema de gran impacto como el desarrollo del cronograma y la estrategia para su adecuado control. En cuanto a estimación, de manera directa se encuentran dos procesos, el proceso estimación de recursos de las actividades y el proceso de estimación de tiempos de las actividades. En los cuales se establecen unas entradas, unas herramientas y técnicas, y unas salidas. Algunas herramientas y técnicas que vale la pena mencionar dentro de estos procesos son: juicio de expertos, análisis de alternativas, datos de estimaciones publicados, software de gestión de proyectos, estimación por analogía, estimación por tres valores, entre otros. Los cuales según el criterio organizacional serán utilizados para la estimación en cuanto a actividades se refiere.

El área de conocimiento de gestión del costo del proyecto, cuenta con el proceso de estimación de costes, para el cual se deben haber definido el calendario del proyecto y sus respectivas actividades. Este proceso tiene como objetivo dar una aproximación del valor monetario de los recursos utilizados en cada actividad del calendario. PMBOK brinda descripciones muy detalladas acerca de qué se debe tener en cuenta para realizar estimaciones exitosas y da un referente de mucho peso para la gestión de proyectos, que combinado con las técnicas propias de la ingeniería del software permite a las organizaciones estructurar de manera adecuada su proceso de estimación.

2.1.2.2.3 ISO 12207 [20]

Esta norma posee un proceso de planificación de proyecto (PP), el cual brinda una descripción a alto nivel acerca de los elementos a tener cuenta, tiene como fin principal comunicar los planes de proyecto de forma efectiva y viable. En el proceso de planificación del proyecto se aborda la temática de estimación basada en el esfuerzo, la forma de llevarla a cabo depende de la organización. ISO 12207 plantea principalmente una guía del ciclo de vida del software, en donde en cada uno de sus apartados se especifican los conceptos de manera genérica, sin especificar como aplicarlos, es así

como para realizar la estimación de esfuerzo en este caso, se deja a elección de la organización las técnicas y herramientas a utilizar.

2.2 Estado del arte

Esta sección se componen del estado del arte de las dos temáticas principales que se abordan en ésta investigación que son: formalización y estimación.

En la siguiente sección se incluye el estado del arte relacionado con formalización. La formalización en una organización está directamente relacionada con la definición de los procesos, dado lo anterior esta revisión de la literatura contendrá artículos científicos, normas internacionales y libros, alineados con la definición de los procesos que ejecuta una determinada organización.

2.2.1 Estado del arte Gestión de Conocimiento

En esta sección se incluye un análisis de la literatura que trata sobre la gestión de conocimiento, las publicaciones consultadas han sido tomadas de bases de datos especializadas y se ha tenido en cuenta la fecha de publicación de estas.

- “Prácticas de Gestión del Conocimiento: Papel de la Cultura Organizacional” [24], en el estudio se trata la importancia de las prácticas de gestión de conocimiento como la identificación, innovación, diseminación y desarrollo del talento de los empleados, teniendo en cuenta que la diversificación del personal en una organización representa un reto de globalización. El estudio reveló que la colaboración, formalización y confianza en un grupo predicen significativamente las prácticas de gestión del conocimiento.
- “La gestión del conocimiento: una perspectiva de ciencias de la información” [14], en éste estudio se describen y evidencian diferentes puntos de vista de autores que plantean que la gestión del conocimiento (KM) no es un área propia pertenecientes a los sistemas de información. Con el estudio se pretende hacer un llamado a los miembros profesionales pertenecientes a profesiones relacionadas con ciencias de la información para que sean más proactivos y cumplan un rol más visible dentro de la KM. Después de aplicado el estudio se crearon una serie de recomendaciones a tener en cuenta por los profesionales para que éstos puedan hacer aportes más significativos a la temática de KM en la industria de las TI.

- Efectos de la estrategia de gestión de conocimiento en el desempeño organizacional: una teoría complementaria basada en el enfoque” [25], esta investigación trata de determinar la relación entre la gestión del conocimiento y el desempeño organizacional. Se estudian principalmente compañías que aplican técnicas de KM en la parte del conocimiento tácito y explícito de manera que permita evaluar la sinergia entre estos y el desempeño organizacional. El estudio arrojó tres tipos de relaciones entre los distintos tipos de conocimiento, cada una con determinadas características en cuanto al desempeño.
- “Rol del conocimiento tácito y explícito en proyectos six sigma: examinación empírica de proyectos exitosos.” [26], este proyecto se basa en el desarrollo de un modelo conceptual que permita predecir el éxito de un proyecto de mejora a partir de las de técnicas de gestión de conocimiento que se usaron en el mismo. Se efectúan medidas de conocimiento tácito y explícito, dentro de la mejora de procesos. Las medidas se toman a partir de prácticas para captura del conocimiento tácito y conocimiento explícito. Al final del proyecto se verifica que las prácticas de creación de conocimiento influyen directamente en el éxito de los proyectos de mejora de procesos.
- “Gestión del conocimiento en ingeniería del software: una revisión sistemática de conceptos estudiados y métodos de investigación usados” [27], es un estudio empírico en el cual se indaga dentro de 762 artículos, de los cuales 68 se enmarcan en el contexto de la industria del software. Se desea conocer explícitamente dentro de la investigación: cuáles son los conceptos de mayor importancia dentro la gestión de conocimiento dentro de la ingeniería del software, los resultados o conclusiones arrojados por los estudios revisados y mostrar qué métodos de investigación fueron utilizados y cómo darles un correcto uso. Al finalizar la investigación se descubrió que la mayoría de los estudios se enfocan en aspectos técnicos y comportamentales de la gestión del conocimiento, y que hay pocos estudios acerca de enfoques económicos, espaciales y cartográficos de la gestión del conocimiento.
- “Gestión del conocimiento como apoyo para la mejora de procesos software en las micro, pequeñas y medianas empresas” [16], Dado el volumen de información que se va generando en un programa de mejora, surge la necesidad de utilizar de la mejor manera la información generada y que pase a ser conocimiento que pueda ser gestionado por la empresa, de manera que apoye el aumento en la productividad y competitividad de la misma. En esta investigación se muestra como se ha utilizado y como se debe utilizar correctamente la gestión del conocimiento dentro de las iniciativas de mejora y

su pertinencia dependiendo del tipo de proyectos a llevar a cabo. Al final del proyecto se logró establecer un marco conceptual basado en la literatura existente en mejora de procesos software, gestión de conocimiento y activos de proceso, que permite dar soporte al modelo de SPI aplicado, apoyado en gestión de conocimiento para aplicación en Pymes.

- “Modelo integrado para la gestión de conocimiento y sistema para la construcción de proyectos” [28], actualmente la construcción de proyectos se ha tornado más compleja y plantea diversos retos relacionados con su dinámica, es así que los gerentes de proyecto se ven obligados en muchos casos a tomar decisiones de manera rápida ante distintos escenarios. El conocimiento es uno de los recursos que más contribuyen en la toma de decisiones y la mejora competitiva en los proyectos que se ejecutan. Es aquí donde la KM se plantea como una oportunidad para que las diferentes empresas consignen ese conocimiento tácito presente en los empleados de manera que este perdure para la organización y sea utilizado con un activo organizacional, dado la alta tasa de deserción de las empresas y los costos de atraer profesionales talentoso. El propósito principal de este artículo es la creación de un modelo de conocimiento integrado, y un sistema de soporte a las decisiones para el desarrollo de proyectos, basado en gestión de conocimientos.

2.2.2 Estado del arte de estimación

A continuación, se incluyen y se hace referencia de manera categorizada (por tipos de estimación): costos, esfuerzo, proyectos y otros tipos de estimación, a importantes publicaciones de distintos autores los cuales han estudiado temas relacionados al proceso de estimación de proyectos software. Estas publicaciones incluyen estudios locales e internacionales relacionados con la estimación en la industria del software.

2.2.2.1 Estimación de Costos

- “Un estudio de selección de proyectos y la ponderación de características para la estimación de costos de software basada en analogías.” [29], trata sobre la estimación de costos basada en analogía (Analogy Based Estimation-ABE), que es esencial en un razonamiento basado en casos (Cases Based Reasoning-CBR). El estudio se realizó con el fin de mejorar el rendimiento de la ABE. Sin embargo, los autores critican la AEB por la baja exactitud de predicción, el requisito de memoria de gran tamaño y el costo cómputo alto. Al final se logra concluir que el método propuesto mejora el rendimiento de las pruebas realizadas con otros métodos.
- “Una revisión sistemática de estudios de estimación de costos en el desarrollo de software” [30], los autores hacen una clasificación de 304 de los principales

artículos en la temática de estimación de costos en desarrollo de software, de acuerdo con diferentes categorías y de esta forma contribuir y direccionar futuras investigaciones facilitando la búsqueda de información.

- “Un Enfoque de Gestión de Proyectos Usando Simulación para la Estimación de Costos en Proyectos de Desarrollo Software Grandes y Complejos” [31], los autores describen cómo la simulación de modelos puede ser usada para nuevos propósitos y mostrar los beneficios de usar simulación como una herramienta de estimación.
- “Un Enfoque Basado en Reglas para la Estimación de Costos de Desarrollo de Software Usando Puntos de Función y Objetivos y Requisitos Basados en Escenarios.” [32], los autores proponen un enfoque basado en reglas para la estimación de los costos de desarrollo de software en la fase de análisis de requisitos. Este enfoque combina la meta y el análisis de escenarios basados en los requisitos buscando mejorar la estimación de costos basado en puntos de función.
- “Un Sistema de Cambio Morfológico Invariante para la Estimación de los Costos de Desarrollo de Software” [33], los autores proponen desarrollar un sistema morfológico invariante en el cambio para resolver el problema de la estimación de los costes de desarrollo de software (SDCE). Se trata de un modelo híbrido morfológico, compuesto por una combinación lineal entre un rango morfológico (RM) - operador (no lineal) - y una respuesta de impulsos finitos (FIR) - operador (lineal) -, que se conoce como rango morfológico lineal (LMR)- de filtro.
- “La Investigación de las Distorsiones Intencionales en la Estimación de Costos de Software” [34], plantea que en el complejo contexto organizacional de la estimación, se tienen diversos aspectos que influyen en la etapa de planeación y se investiga si las estimaciones pueden estar distorsionadas, es decir, deliberadamente cambiadas por razones ajenas a los cambios legítimos, como los asociados a cambios en los requisitos que había anteriormente, o del alcance del proyecto.

2.2.2.2 Estimación de Esfuerzo

- “Estimación de esfuerzo en proyectos software basada puntos de función” [35], argumenta que con el aumento de la complejidad en el desarrollo de software asociada al tamaño de los sistemas y a la aparición continua de diferentes lenguajes, la estimación y medición de software ha tomado mucha relevancia. Y dado que herramientas, como la medición por líneas de código, no satisfacen la estimación de requerimientos, los autores proponen tener registros actuales de proyectos y de esta forma obtener una relación lineal entre los puntos de función y el esfuerzo de software, luego se determinan los parámetros de la ecuaciones

lineales por el método de estimación de máxima probabilidad. Dada esta ecuación se puede calcular el esfuerzo necesario.

- “Un experimento de estimación de tamaño y esfuerzo en proyectos software” [36], muestra que en la actualidad para realizar una estimación del tamaño y esfuerzo requerido para un determinado proyecto software se toma muy en cuenta los juicios de profesionales expertos. Esto conlleva a que los expertos se apoyen en distintas herramientas para que sus procesos de estimación sean más exitosos, en este artículo se comienza a trabajar con un enfoque hacia dos técnicas claves las cuales son las listas de chequeo y los grupos de discusión, como apoyo complementario al proceso de estimación del experto. Estas técnicas contribuyen de manera crítica al proceso de estimación, dado que permiten disminuir el nivel de subjetividad del experto y lo centran en lo que realmente se quiere. A veces los expertos subestiman el esfuerzo necesario para la realización de un proyecto y es ahí donde las listas contribuyen a prevenir este fenómeno.
- “La Simplificación de la Estimación del Esfuerzo Basado en los Puntos de Casos de Uso” [37], argumenta que el método de puntos de caso de uso (UCP) puede ser utilizado para estimar el esfuerzo de desarrollo de software basado en un modelo de casos de uso y dos conjuntos de factores de ajuste relacionados con la complejidad ambiental y técnica de un proyecto. La pregunta que surge es si todos estos componentes son importantes desde el punto de vista de la estimación del esfuerzo. En este trabajo se investiga la construcción del UCP a fin de encontrar posibles formas de simplificar el mismo.
- “Modelo para la estimación temprana de esfuerzo en proyectos software incorporando información de proyecto similares” [38], dan a conocer un modelo para la estimación de proyectos software implantado dentro de la empresa Órbitel, con el objetivo de dar a la gerencia una herramienta para que pueda estimar en las etapas tempranas de los proyectos de desarrollo la capacidad que se tiene para la creación del desarrollo y la gestión del mismo. Todo esto con el objetivo de realizar una planeación más acertada y definir la disponibilidad del recurso humano, basados en históricos presentes en la compañía.

2.2.2.3 Estimación de Proyectos

- “Estimación en gestión de proyectos de software basada en explotación de información” [39], expone un modelo de estimación/predicción en proyectos software basado en la información de proyectos pasados que se han almacenado dentro de una compañía. La información después de un procesamiento es sometida a técnicas de explotación de información tales como: redes neuronales, regresión

logística, arboles de decisión, algoritmos genéticos entre otros, todo esto con el objetivo de generar estimaciones acertadas que permitan a la gerencia tomar decisiones apropiadas en la etapa de planeación de los proyectos.

2.2.2.4 Otros Tipos de Estimación

- “Estimación de tamaño de software en sistemas orientados a objetos” [40], lo que el autor propone es tomar cada uno de los enfoques de estimación de software (técnicas subjetivas, modelos objetivos) generando una caracterización del mismo y revelando sus desventajas. Luego se realiza un trabajo investigativo extenso para plantear un modelo de estimación enfocado a sistemas orientados a objetos, comenzando por el análisis de los requerimientos funcionales y basado en la definición de los métodos estáticos resultantes.
- “Framework para un modelo de estimación a nivel de proyecto software basado en redes de conocimiento bayesianas” [41], presenta un modelo de estimación de proyectos software que incluye dentro de sus enfoques la calidad, el esfuerzo y el calendario asociado a los proyectos. Esta propuesta utiliza redes bayesianas soportando una serie de modelos base: el modelo de estimación de efectividad de pruebas, el modelo de estimación de defectos residuales y el modelo de estimación de pruebas, que son la base del cálculo de las estimaciones.
- “Aplicando un Framework de estimación en proyectos software: una experiencia local” [42], muestra la aplicación de un framework para la estimación de esfuerzo en ciertas empresas de desarrollo de software, teniendo como norte minimizar la incertidumbre, realizando ajustes en los diferentes factores de las distintas funciones. Además, se tiene en cuenta las características de los diferentes requerimientos de calidad con el objetivo de tener una estimación más precisa.
- “Método de Estudio de una Guía de estimación de Calendario en Proyectos Software” [43], aborda estudios que se han realizado junto a casos reales de proyectos. Se encontró que el tiempo (calendario) de desarrollo de un proyecto no solo es afectado por el esfuerzo sino que hay muchos otros factores. Presentan un modelo que podría ayudar a mejorar la precisión en la estimación de tiempos de desarrollo de un proyecto software, a través de la construcción de una “guía de estimación de calendarios”.
- “Estudio Experimental Utilizando la Medida del Tamaño Funcional en la Construcción de Modelos de Estimación para Tamaños de Proyectos Software” [44]. En éste estudio los autores presentan un experimento de investigación para predecir el tamaño de un producto software. La predictibilidad representa un

problema pues en etapas tempranas de un proyecto los requisitos funcionales y no funcionales son cambiantes, por lo que hacer una estimación de tamaño de un proyecto podría ser algo complejo. El estudio demuestra que el tamaño del proyecto se puede estimar a partir del tamaño del producto.

2.3 Discusión y Aportes Investigativos

- Generación de un método que apoye la formalización de la estimación en pro de apoyar a las VSEs con la correcta definición de la actividad de estimación y así contribuir positivamente al dimensionamiento de los proyectos a realizar.
- La realización de esta investigación es de interés para la academia, ya que con ésta se contribuye al estado del arte de un área de pocos avances en comparación con otros tópicos que se manejan en la ingeniería del software [3].
- Desarrollo de un software que soporte y apoye la actividad de estimación de una pequeña organización.
- Facilitar la extracción de conocimiento tácito presenta en las personas de una organización de manera que éste quede plasmado como conocimiento explícito, conocimiento que podrá ser conservado como activo de proceso para la organización.

3. MÉTODO PARA LA FORMALIZACIÓN DE ACTIVIDADES

Este capítulo presenta una visión completa del método para la formalización propuesto en ésta investigación. En la sección uno de éste capítulo se presenta el procedimiento utilizado para la construcción del método propuesto. En la sección número dos se plasman las descripciones detalladas de los pasos seguidos para la construcción de método. En la sección número tres se consigna una visión global del método construido, teniendo en cuenta cada uno de sus componentes y su función, es de resaltar que con este método puede formalizarse cualquier tipo de actividad.

Finalmente, en la sección número cuatro se presenta la adaptación del método para la formalización aplicado a la actividad puntual de estimación.

3.1 Procedimiento para determinar los elementos del método

Inicialmente en ésta sección se incluye un análisis de los antecedentes a tener en cuenta y que son la base para la construcción del método. Luego, se enumera el conjunto de pasos que se deben seguir para la elaboración del método.

3.1.1 Antecedentes

Como paso inicial para la construcción del método se debe analizar el objetivo principal de la investigación, el cual es: construir un método¹⁴ que apoye la formalización de actividades críticas en pequeñas organizaciones, para posteriormente adaptarlo a las necesidades de una organización en el área de estimación de proyectos. Este objetivo contiene dos términos claves para guiar la investigación, los cuales son: método y formalización. Términos sobre los que se profundiza a continuación. La investigación asociada a estimación también se realizó, y se aplicará posteriormente en la adaptación del método para ésta actividad.

Dentro de las características deseables del método a construir se busca: que sea liviano, en otras palabras, un método que no esté recargado con documentación y que ésta sea fácil de utilizar; adaptable¹⁵, es decir, que se pueda aplicar a cualquier actividad considerada crítica para una organización. Y finalmente, se busca que sea sistemático, de tal forma que facilite su seguimiento.

Cuando se habla de formalizar, se hace referencia al proceso o mecanismo con el cual se le brinda mayor seriedad o estabilidad a algo, lo que en el contexto de una compañía dedicada al desarrollo de software se refiere a plasmar cómo se lleva a cabo alguna actividad, de manera que ésta quede consignada y pase a ser un activo de

¹⁴ Método (en Ingeniería del Software): Un método es una articulación coherente, consistente y completa de un conjunto de prácticas, con un propósito específico que satisfaga las necesidades de los interesados bajo condiciones específicas [13].

¹⁵ Adaptable: Capaz de ser adaptado (www.rae.es)

proceso de la organización. De acuerdo a la literatura consultada, los principales objetivos de la formalización son: disminuir la dependencia de una organización hacia un empleado, mejorar la manera de realizar sus actividades y/o procesos, hacer visibles los procesos ante la organización, y acercarse más a un enfoque de procesos o la implantación de un modelo de calidad. En conclusión, lo que se quiere con la formalización, es consignar de forma explícita y estructurada, el procedimiento de cómo una persona realiza una actividad dentro de la empresa.

Profundizando en el campo de la formalización, en primer lugar se analizaron diferentes modelos de procesos (como CMMI, ISO 9001, ISO 15504, ISO 12207, entre otros) para abordar la formalización de actividades, pero dada la complejidad de dichos modelos y pocas guías de adopción de los mismos se tornan difíciles de aplicar en las VSEs. Además, se observó que estos modelos no brindan suficientes herramientas que permitan extraer de manera adecuada el conocimiento presente en las personas de la organización, lo cual es fundamental para la formalización de una actividad. Fue entonces cuando se comenzó a indagar sobre la gestión de conocimiento (Ver Anexo A), y, mediante el análisis de sus características se descubrió que brinda conceptos y técnicas relacionados con la gestión de capital intelectual de una compañía adecuadas para formalizar una actividad.

Mediante el análisis del ciclo de vida de la gestión de conocimiento propuesto por Nonaka y Takeuchi (ver capítulo 2, sección 2.1.1.1), se puede llevar el conocimiento tácito de una persona a conocimiento explícito, a través del concepto de externalización, el cual está directamente relacionado con la adquisición de conocimiento.

3.1.2 Pasos para la construcción del método

A partir de la investigación hecha relacionada con la gestión de conocimiento y teniendo en cuenta el ciclo de vida del conocimiento propuesto por Nonaka y Takeuchi la temática específica a abordar para la construcción del método es la externalización. La externalización implica llevar el conocimiento tácito a conocimiento explícito, y para llevar a cabo la externalización se requiere de técnicas que contribuyan a la adquisición de conocimiento. La actividad puntual relacionada con la extracción de conocimiento se denomina elicitación.

El procedimiento para la construcción del método se propone luego de haber realizado un análisis de las temáticas de gestión de conocimiento, definición de procesos y estimación, dicho análisis dio como resultado los marcos teóricos y estados del arte en dichos campos. A partir de aquí se decidió que el método estaría centrado en la adquisición de conocimiento, entonces, con el fin de enmarcar todo en un orden de ejecución lógico teniendo como referencia algunos pasos propuestos en el método científico y su orden de ejecución (observación, recolección de datos, análisis de resultados, juicios y conclusiones sobre procedimientos), de tal forma que al final se pueda estructurar de manera sistemática la propuesta establecida.

Para la construcción del método se ha llevado a cabo el siguiente procedimiento:

- Buscar referentes en gestión de conocimiento que contengan adquisición de conocimiento.
- Seleccionar referentes en gestión de conocimiento y adquisición.
- Estructurar en forma de actividades secuenciales la manera de realizar la adquisición en cada uno de los referentes.
- Comparar las actividades de los distintos referentes seleccionados de adquisición.
- Determinar criterios de selección de actividades que pueden ser consideradas en el método de formalización.
- Determinar las actividades que compondrán el método.

3.2 Aplicación del procedimiento

En esta sección se describen de manera detallada las actividades del procedimiento para la construcción del método, especificando de manera clara cómo fue ejecutado paso a paso, las herramientas utilizadas, y los resultados obtenidos.

3.2.1 Buscar referentes en gestión y adquisición de conocimiento

Se realizó una búsqueda de referentes en gestión de conocimiento con información centrada en adquisición de conocimiento. Las fuentes tenidas en cuenta fueron: libros, bases de datos especializadas, internet, expertos en el tema, entre otros. En la búsqueda ejecutada, los referentes encontrados más destacados son los siguientes, listados según su categoría:

Tabla No. 1: Lista de referentes consultados

Tipo	Título
Libro	Experience and knowledge management in software engineering (Ver Anexo H)
Libro	Knowledge Management and Organizational Learning (Ver Anexo H)
Artículo/Publicación	Marco conceptual de gestión de conocimiento en procesos software (Ver Anexo H)
Artículo/Publicación	Manual de técnicas y herramientas de gestión de conocimiento (Ver Anexo H)
Guía	Guía para elicitar conocimiento implícito (Ver Anexo H)
Guía	Guía rápida y Herramientas de apoyo para la Gestión del Conocimiento en las PYMES (Ver Anexo H)
Guía	Guía ingeniería del conocimiento de la universidad Carlos III de Madrid (Ver Anexo H)
Presentación	Gestión de conocimiento - Unidad 5, Rodríguez – Elías (Anexo H)

3.2.2 Seleccionar referentes en gestión de conocimiento y adquisición

Después de haber consultado diferente bibliografía asociada a adquisición de conocimiento se realizó la selección de tres referentes importantes relacionados con gestión de conocimiento que son: Marco conceptual de gestión de conocimiento en procesos software (REF-1), Guía para elicitar conocimiento implícito (REF-2), y el curso ingeniería del conocimiento de la universidad Carlos III de Madrid (REF-3). La selección de estos referentes anteriormente mencionados se hizo basada en la profundidad de la información que contienen relacionada a externalización, adquisición de conocimiento y técnicas puntuales de elicitación.

Cabe resaltar que las fuentes Knowledge Management and Organizational Learning y Manual de técnicas y herramientas de gestión de conocimiento, se usan como apoyo para determinar los elementos del método en lo que concierne a conceptos y aplicación de las técnicas de adquisición.

3.2.3 Estructurar en forma de actividades secuenciales la manera de realizar la adquisición en cada uno de los referentes

En este punto se tomó cada uno de los 3 referentes principales en adquisición y se analizó la manera cómo cada uno realiza la adquisición de conocimiento tácito. Cada procedimiento se plasmó como una secuencia de actividades, consignando de manera breve la descripción de estas con el fin de facilitar la posterior comparación de los procedimientos propuestos por los referentes. De cada referente se puede destacar lo siguiente:

- Marco conceptual de gestión de conocimiento en procesos software: plantea un proceso para gestión de ciclo de vida de conocimiento dentro de una organización, la principal característica de éste referente, es que describe pasos claros para la identificación de conocimientos mediante la utilización de plantillas para tal fin.
- Guía para elicitar conocimiento implícito: es una guía con pasos claros y bien descritos con el objetivo de extraer conocimiento tácito. En ella también se plantean diferentes técnicas para realizar la elicitación de conocimiento, y tiene en cuenta factores adicionales para la adquisición de conocimiento como la presencia de un elicitor en el proceso.
- Guía de ingeniería del conocimiento de la universidad Carlos III de Madrid: presenta una completa metodología para la adquisición de conocimiento. El autor propone una metodología de tres pasos para realizar la adquisición de conocimiento que son: identificación de fuentes de conocimiento, extracción y educación¹⁶, y aplicación de técnicas puntuales de educación.

A continuación se muestra una tabla resumen con la una lista de actividades secuenciales que cada referente propone o maneja para realizar la adquisición de

¹⁶ Educir: Sacar algo de otra cosa, deducir. (www.rae.es)

conocimiento, para observar más información relacionada a éstas actividades se puede consultar el anexo F.

Tabla No. 2: Lista de actividades secuencias agrupadas por referente

Referente	Lista de actividades
Marco conceptual de gestión del conocimiento en procesos software	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar fuentes de conocimiento. 2. Identificar roles que intervienen. 3. Identificar los artefactos que se requieren y generan durante la actividad. 4. Evaluar niveles de conocimiento de los roles. 5. Identificar tipos de conocimiento requerido por los roles. 6. Asociar tipos de conocimiento con los artefactos y actividades. 7. Descripción detallada de los tipos de conocimiento.
Guía para elicitar conocimiento implícito	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificación del conocimiento requerido. 2. Identificación de expertos y de roles. 3. Elección del ingeniero de conocimiento o elicitor. 4. Entender las necesidades de los que utilizarán el conocimiento. 5. Aplicación de técnicas de adquisición (Elicitación). 6. Recolectar y organizar el conocimiento recolectado.
Guía de ingeniería del conocimiento de la universidad Carlos III de Madrid	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificación de fuentes de conocimiento. 2. Extracción y educación. 3. Utilización de técnicas puntuales de educación.

3.2.4 Comparar las distintas propuestas de adquisición

Teniendo en cuenta los procedimientos propuestos en cada referente, se construyó un cuadro comparativo en el cual se agruparon por categorías las actividades comunes propuestas por los 3 referentes, formando con las actividades no comunes categorías independientes. El objetivo del cuadro comparativo es visualizar puntos comunes y diferencias en los procedimientos que cada uno de los referentes propone, de tal forma que sirvan como una base para la construcción del método a desarrollar en esta investigación. Las actividades que son similares (agrupadas dentro de una categoría) se han contrastado para abstraer las características más deseables y de ser necesario, combinarlas para así obtener las actividades que finalmente compondrán el método.

La tabla No. 3 está construida de la siguiente manera:

- La columna categoría contiene en forma de categorías las actividades comunes que se encontraron entre los referentes, y plantea con categoría independiente las actividades particulares. Las categorías propuestas están basadas en la secuencia seguida por el Marco conceptual de gestión de conocimiento en proceso software.
- La columna referente contiene el identificador del referente al cual pertenece la descripción de la actividad.
 - REF-1: Marco conceptual de gestión de conocimiento en procesos software.
 - REF-2: Guía para elicitación de conocimiento implícito.
 - REF-3: Curso de ingeniería del conocimiento de la universidad Carlos III de Madrid.
- La columna descripción da un breve resumen acerca de cómo se da la actividad en un determinado referente.
- La columna ID es el identificador de la actividad, el id maneja el siguiente formato: **RMAN**, en donde M y N son números, M indica el referente del cual fue tomada la actividad (1, 2 o 3) y N indica el número de la actividad. Las celdas con la sigla NA significa que no existe una actividad definida en ese referente para esa categoría, por lo cual no es necesario asignar un ID de actividad.

Tabla No. 3: Comparación de actividades según categorías.

Categoría	Referente	Descripción de la actividad según el referente	ID
Contextualización con el tema (A1) (categoría independiente)	REF-1	No Aplica	NA
	REF-2	No Aplica	NA
	REF-3	Estudio inicial de documentación: buscar terminología, conceptos básicos y naturaleza de la tarea.	R3A1
Identificación de fuentes de conocimiento y artefactos (A2)	REF-1	Identificar las fuentes de conocimiento como libros, documentos, artefactos, expertos, entre otros. Además, de los artefactos generados por la actividad. Todo esto apoyado en la utilización de la plantilla propuesta.	R1A2
	REF-2	No Aplica	NA
	REF-3	A través de un análisis estructural de textos se buscan términos dependientes del dominio o estructuras textuales mediante la detección de patrones. Una persona encargada realiza un modelado de las relaciones entre las fuentes de conocimiento.	R3A2
Identificación de expertos y roles (A3)	REF-1	Teniendo en cuenta la plantilla propuesta por el modelo, se identifican los roles que intervienen en la actividad.	R1A3
	REF-2	Se debe identificar los expertos que contribuyen a la realización de la actividad, se debe identificar a la gente que tiene el conocimiento clave o "Know	R2A3

		How“, “como hacer” en castellano.	
	REF-3	No Aplica	NA
Identificación del conocimiento requerido (A4)	REF-1	Se debe identificar el tipo de conocimiento requerido por los roles o personas que intervienen directamente en la actividad a ser formalizada. El referente plantea una categorización de tipos de conocimiento que permita diferenciar el conocimiento requerido o generado en las actividades, y de esta forma plantear que conocimiento se requiere en un determinado rol a lo hora de llevar a cabo la actividad.	R1A4
	REF-2	Se debe identificar el conocimiento vital a ser cosechado y transferido. Debido a que intentar capturar todo el conocimiento tácito es poco razonable e inviable. Se deben seleccionar un conjunto de temas principales basados en las áreas de conocimiento críticas de la organización.	R2A4
	REF-3	No Aplica	NA
Elección del ingeniero de conocimiento o elicitor (A5)	REF-1	No Aplica	NA
	REF-2	Elegir los encargados de elicitar el conocimiento quienes deben conducir la sesión. Una efectiva elicitación es crucial, por lo que contar con ciertas habilidades es de mucha importancia para la obtención del conocimiento implícito o tácito.	R2A5
	REF-3	El referente propone una técnica denominada: Técnica Natural, de observación, mediante la cual se debe observar a un experto trabajar en un problema habitual. El experto va diciendo lo que hace según lo va haciendo. Se toma apunte de todas sus observaciones. Según el nivel de detalle y claridad de los apuntes se seleccionará un elicitor.	R3A5
Asociación de artefactos (A6)	REF-1	Asociar los tipos de conocimientos con los artefactos y actividades que se utilizan en el proceso. Cada artefacto va ligado a un tipo de conocimiento y en este paso lo que se hace es establecer esta unión.	R1A6
	REF-2	No Aplica	NA
	REF-3	El referente propone una técnica denominada Técnica artificiosa, que consiste en la clasificación de conceptos, organizando y detectando las relaciones existentes.	R3A6
Definición de nivel de experticia del experto (A7)	REF-1	Evaluar los niveles de conocimiento de los roles que intervienen, teniendo como referencia una tabla de niveles propuestos por el referente. Cada empresa puede definir qué escala manejará para determinar el nivel de conocimiento del rol.	R1A7
		Entender las necesidades de los que utilizaran el conocimiento (aprendices).	

	REF-2	Es importante tener una descripción de las personas quienes harán uso de la información que va a ser elicitado o explicitada, así como también, se debe determinar el nivel de conocimiento sobre la actividad que poseen los aprendices y reunir posible información de cómo y donde será aplicada la información.	R2A7
	REF-3	No Aplica	NA
Elicitación (A8)	REF-1	El marco para la gestión de conocimiento en procesos software plantea una descripción detallada de los tipos de conocimiento, aquí se plasma conocimiento tácito en plantillas. No plantea específicamente la manera en que la organización debe extraer el conocimiento procedural del rol.	R1A8
	REF-2	La guía para elicitación de conocimiento tácito plantea, aplicación de una técnica central para elicitar conocimiento que es la entrevista cara a cara, en donde que se deben tener en cuenta distintos aspectos como: preparar la sesión, entender el dominio y construir el reporte, entre otros.	R2A8
	REF-3	Para la recolección de conocimiento el referente propone distintas técnicas (Ver anexo F).	R3A8
Ordenamiento y almacenamiento del conocimiento adquirido (A9) (categoría independiente)	REF-1	No Aplica	NA
	REF-2	Se debe recolectar y organizar los resultados de las técnicas o actividades utilizadas en la elicitación del conocimiento tácito. Se puede además establecer maneras para que el conocimiento ahora explícito, sea almacenado y fácilmente accesible por las personas interesadas dentro de la organización. Esto se puede realizar mediante la utilización del patrón de procesos de COMPETISOFT o en un repositorio digital, accesible por los roles interesados. Se puede también plantear documentos de lecciones aprendidas sobre la aplicación del método y almacenarlas. Para complementar se pueden almacenar distintos modelos de abstracción de la actividad formalizada.	R2A9
	REF-3	No Aplica	NA

En la tabla anterior se puede visualizar por medio de las categorías las posibles actividades que servirán como base para el método a proponer, a continuación se realizará una evaluación y selección de las actividades a incluir en el método aplicando los criterios de selección propuestos en el numeral 3.2.5. Se espera obtener como resultado las categorías finales a ser consideradas, además de las actividades y

técnicas de las cuales estarán compuestas. Posteriormente se muestra una vista detallada del método aplicando el patrón de procesos de COMPETISOFT.

3.2.5 Determinar y aplicar criterios de selección de actividades

Para determinar las actividades a tener en cuenta dentro del método, se utilizó como apoyo una matriz basada en la importancia y dificultad de cada actividad durante la adquisición de conocimiento con el objetivo de ponderar estos valores, y de esta forma obtener una medida de comparación entre las diferentes actividades. Para la valoración de cada actividad se tuvieron en cuenta: (i) las características deseadas para el método (liviano, sistemático y adaptable), (ii) el contexto de aplicación del método para la formalización y (iii) la experiencia obtenida a través del proceso de investigación. El procedimiento utilizado para la construcción de la matriz y las evaluaciones realizadas a cada actividad pueden ser consultados en el anexo J.

La matriz resultante con los valores de importancia y dificultad se presenta a continuación:

Tabla No. 4: Distribución de actividades según su valor ponderado

Distribución de las actividades según sus valores asignados de importancia y dificultad				
Importancia \ Dificultad	Prescindible	Útil	Importante	Muy importante
Baja	R1A6	R1A2, R1A4, R1A7	R3A1, R1A3, R2A3	R1A8
Media	R3A6	R3A2, R2A7	R2A4, R3A5, R3A8, R2A9	R2A8
Alta			R2A5	

Esta tabla es la base sobre la cual se inicia la construcción del método.

Antes de iniciar la fase final de la construcción del método se debe considerar que se tendrán en cuenta aquellas actividades que sean acordes a las características deseadas para el método, de modo que se debe hacer un refinamiento a las tareas que finalmente serán incluidas. Por esta razón, a continuación se muestran otros de los criterios a tener en cuenta para la selección o no de una actividad en particular. Estos criterios son propuestos a partir del análisis previo de la documentación y las características deseadas para método.

Serán descartadas aquellas actividades que:

- Pueden ser solapadas o su contenido está implícito en otra actividad.
- No sean aplicables en el contexto de adquisición de conocimiento.
- No se adecuen al contexto empresarial.

3.2.6 Determinar las actividades que compondrán el método

Paso 1. Selección de categorías

Teniendo en cuenta las calificaciones de la tabla No. 4, se dejaron las categorías que tienen por los menos una actividad calificada con un peso de alto o moderado. Las categorías resultantes son:

- Contextualización con el tema
- Identificación de fuentes de conocimiento y artefactos.
- Identificación de expertos y roles
- Identificación del conocimiento requerido
- Elección del ingeniero de conocimiento o elicitor
- Definición de nivel de experticia del experto
- Elicitación
- Ordenamiento y almacenamiento del conocimiento adquirido

Cada categoría se convertirá en una actividad del método, y aquellas actividades mejor puntuadas pasarán a ser sub actividades del mismo, el resto de actividades serán solapadas a una sub actividad o eliminadas por no contar con las características de importancia necesarias para el método.

Paso 2. Agrupación de categorías

A partir de la secuencia de actividades (antes categorías) listadas en el Paso 1, se detectó que existen tres fases para la ejecución del método. La primera, “el antes”, es la compuesta por actividades de preparación (contextualización, identificación de fuentes, etc.), necesarias para la correcta elicitación de conocimiento; la segunda fase, “el durante”, la elicitación de conocimiento del experto; y la tercera fase, “el después”, en la cual se estructura el conocimiento y se almacena. Un proceso similar puede ser observado en [45].

A continuación se muestra la distribución de las actividades resultantes en cada una de las fases identificadas en éste paso:

- Fase 1: Contextualización
 - Identificación de fuentes de conocimiento y artefactos (R1A2)
 - Contextualización con el tema (R3A1)
 - Identificación de expertos y roles (R1A3)
 - Elección del ingeniero de conocimiento o elicitor (R3A5)
- Fase 2: Elicitación
 - Definición de nivel de experticia del experto (R1A7)

- Elicitación (R1A8, R3A8, R2A8)
- Identificación del conocimiento requerido (R2A4)
- Fase 3: Estructuración y almacenamiento
 - Ordenamiento y almacenamiento del conocimiento adquirido (R2A9)

Las tres fases junto con sus actividades son el punto de referencia o núcleo del método.

Algunas de las sub actividades fueron combinadas o solapadas, éste procedimiento puede observarse en detalle en el Anexo K.

Paso 3. Atributos adicionales de calidad

Desde el punto de vista del ciclo de Deming, para que un proceso cuente con atributos de calidad y pueda ser mejorado continuamente debe contar con los pasos planear, hacer, verificar, actuar [5]. En la presente investigación se tienen actividades que permiten la formalización de una actividad crítica, desde el punto de vista de la gestión de conocimiento por medio de la adquisición del mismo (hacer). Pero para acercarse más a las características que debe tener el método, y para aportarle un plus en cuanto a calidad, se plantea aprovechar el enfoque del ciclo de Deming e incluir una fase de planeación (planear), en la cual se prepare toda la infraestructura necesaria para la aplicación del método. Y una fase de refinamiento (verificar), que permita evaluar la validez de los conocimientos formalizados y aportar posibles mejoras en cuanto a la ejecución de la actividad (actuar). Un primer vistazo de la distribución de actividades del método propuesto dentro del ciclo de Deming se observa a continuación:

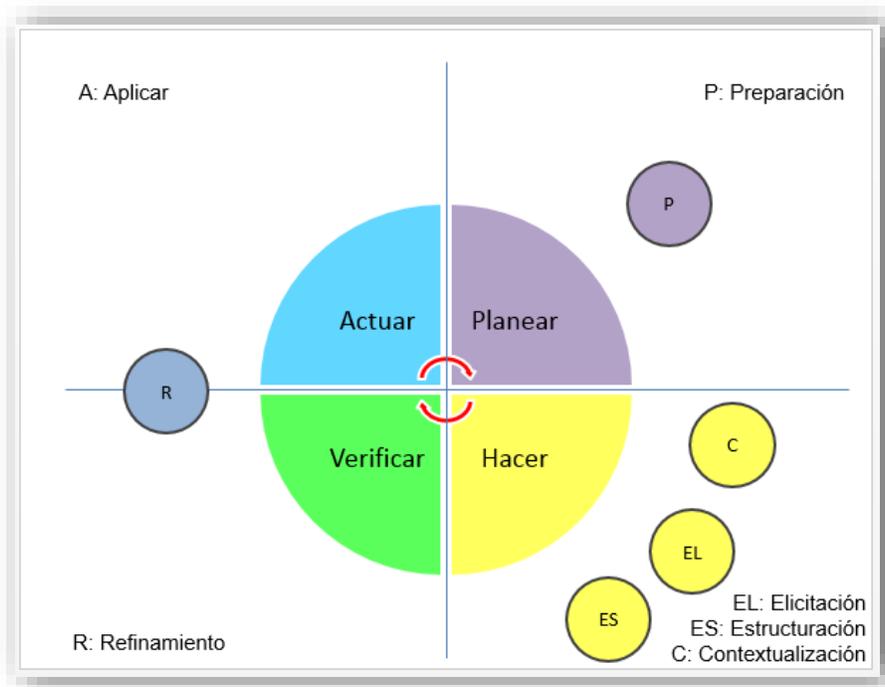


Figura No. 2: distribución de actividades dentro del ciclo de Deming.

La actividad aplicar (A) no hace parte de las actividades del método, la idea es que a partir de varias ejecuciones del ciclo (método) se puedan optimizar las actividades y esto implique la mejora continua en cuanto a resultados para la organización. Es de aclarar que cada una de las actividades tendrá un documento asociado (activo de proceso) y estará compuesta de otras sub actividades y sus activos de proceso que se especifican más adelante.

Paso 4. Vista final del método

En el paso anterior se identificaron actividades adicionales para el método, estas fueron la preparación y el refinamiento, y se mostraron bajo el enfoque del ciclo propuesto por Deming. Las sub actividades asociadas a cada actividad, son las contenidas en las fases mostradas en el paso 2. A continuación se muestra una lista general de cada actividad del método y su lista de sub-actividades:

- Preparación (P)
 - Elección del ingeniero de conocimiento o encargado de aplicar el método.
 - Capacitación sobre la estructura y componentes del método.
 - Capacitación en el software de aplicación que dará soporte al método.

Nota: La selección del elicitor fue movida desde la contextualización a la preparación, ya que implica labores adicionales y no es un paso propio de la ejecución del método.

- Contextualización (C)
 - Contextualización con el tema.
 - Identificación de fuentes de conocimiento.
 - Identificación de expertos y roles.
- Elicitación (EL)
 - Identificación del conocimiento requerido.
 - Definición del nivel de experticia de los roles.
 - Elicitación del conocimiento.
 - Almacenamiento del conocimiento adquirido.
- Estructuración (ES)
 - Selección de elementos de contextualización.
 - Selección de roles que intervienen en la actividad.
 - Inclusión de fuentes de conocimiento.
 - Modelado global de la actividad a formalizar.
 - Inclusión de procedimientos detallados para la ejecución de la actividad.
 - Inclusión de lecciones aprendidas.
- Refinamiento (R)
 - Selección de una persona con experiencia en la actividad diferente del experto.
 - Revisión de la actividad estructurada.

- Revisión de modelos exitosos aplicados en la industria para la ejecución de dicha actividad.
- Selección de los aspectos puntuales de la actividad que serán sometidos a refinamiento.
- Construcción de lluvia de ideas de posibles modificaciones.
- Evaluación de ideas.
- Selección y apropiación de ideas.

La siguiente figura muestra el ciclo final de actividades del método para la formalización de actividades propuesto en esta investigación.

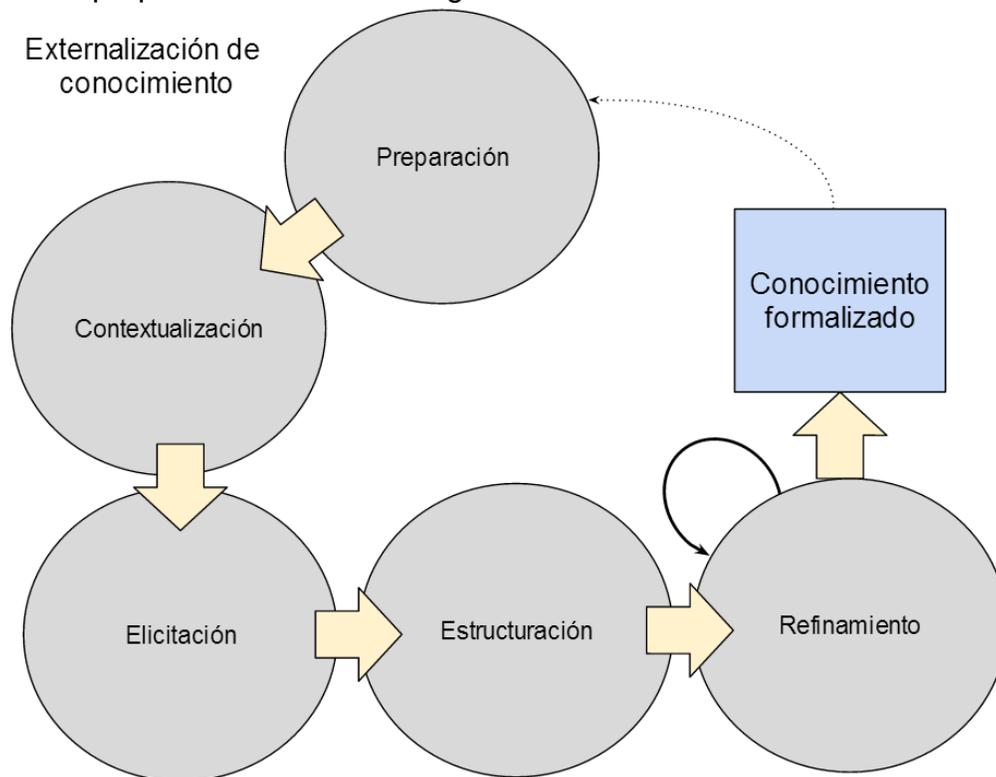


Figura No. 3: Método para formalización.

Haciendo referencias a la actividad de aplicar conocimiento que muestra la figura, va relacionada con la premisa de que el método es en pro de poder aplicar el conocimiento formalizado en futuras ejecuciones de la actividad, por parte de personas no expertas. Además, de servir como conocimiento base para futuras aplicaciones del método buscando mejoras en la ejecución de la actividad.

3.3 Vista general del método

El método propuesto en ésta investigación sigue el patrón de procesos establecido por COMPETISOFT, con el propósito de hacerlo intuitivo y fácil de aplicar. A continuación se presentan los lineamiento generales (Propósito, objetivos, roles, diagrama de

actividades, descripción y productos de trabajo) del método para la formalización de actividades.

3.3.1 Propósito

El método para la formalización de actividades propuesto en ésta investigación tiene como propósito ser una herramienta que permita a las VSEs llevar al plano formal su quehacer diario, es decir, plasmar como activo de proceso la manera como son llevadas a cabo las distintas actividades, utilizando un enfoque desde la adquisición de conocimiento, para extraer el conocimiento tácito presente en las diferentes personas que realizan actividades críticas en la organización.

3.3.2 Objetivos

- Extraer el conocimiento tácito presente en las personas de la organización de manera que sea plasmado como conocimiento explícito, lo cual permita conservar parte del conocimiento de un determinado rol como activo de proceso.
- Apoyar de manera progresiva la adopción de un enfoque de procesos para la organización, a través de la formalización de distintas actividades.
- Mejorar la forma de realizar una actividad crítica para una organización, con la aplicación del método, detectando falencias y haciendo refinamiento.

3.3.3 Roles

- Experto en la actividad (EXP): persona con conocimiento tácito de la actividad a ser formalizada.
- Elicitor o ingeniero de conocimiento (EIC): Aquella persona encargada de la aplicación del método, debe tener conocimiento en el método propuesto.

3.3.4 Diagramas de actividades

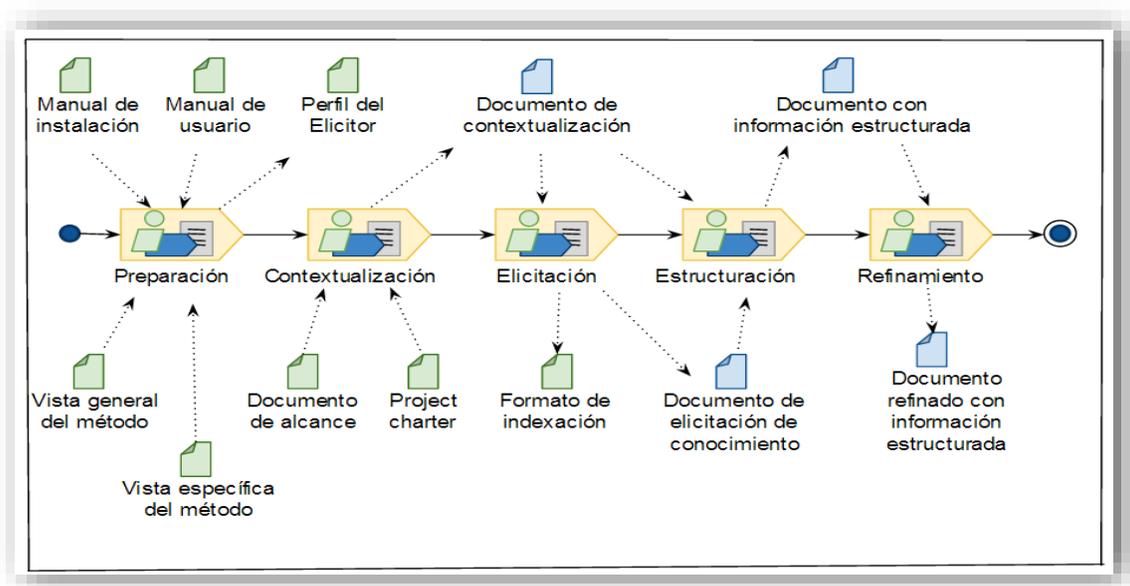


Figura No. 4: vista general del método construido.

3.3.5 Descripción

El método para la formalización de actividades críticas para la organización presenta un flujo de actividades principal, estructurado así: Preparación, Contextualización, Elicitación, Estructuración y Refinamiento. A continuación se describen estas actividades:

Preparación (P): el propósito de ésta actividad es generar todas las condiciones necesarias para que pueda ser aplicado el método. Para ello se debe tener en cuenta, en primer lugar, la elección de la persona encargada de aplicarlo, ya sea un experto en la temática o un elicitor. En segundo lugar, se debe realizar una capacitación previa (si se va a aplicar por primera vez), que incluya el objetivo del método y como está estructurado. Por último se debe realizar una capacitación en la aplicación que da soporte a la ejecución del método.

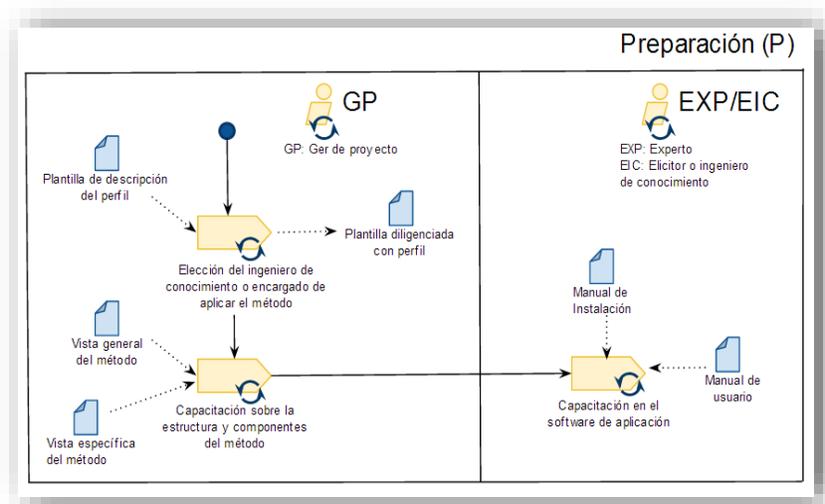


Figura No. 5: vista detallada de la actividad de preparación.

Contextualización (C): el propósito de ésta actividad es brindar una comprensión inicial y global de la actividad que se va a formalizar, donde en primer lugar el encargado de aplicar el método debe familiarizarse con el contexto de la actividad guiado por información relacionada a la misma. En segundo lugar, se deben identificar de fuentes de conocimiento, y finalmente, identificar roles que intervienen en la actividad.

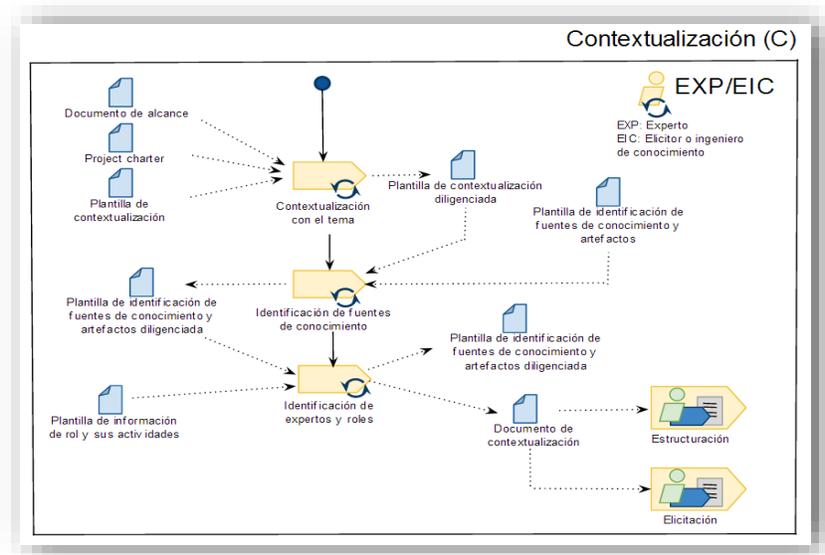


Figura No. 6: vista detallada de la actividad de contextualización.

Elicitación (EL): el propósito de la elicitación de conocimiento es en primer lugar, seleccionar los ejes temáticos principales dentro de la actividad a elicitar, en segundo lugar, extraer el conocimiento tácito necesario de las fuentes (conocimiento del rol), a través de la aplicación de las diferentes técnicas de adquisición de conocimiento. Y,

finalmente lograr la generación de documentación con este conocimiento representado de manera explícita.

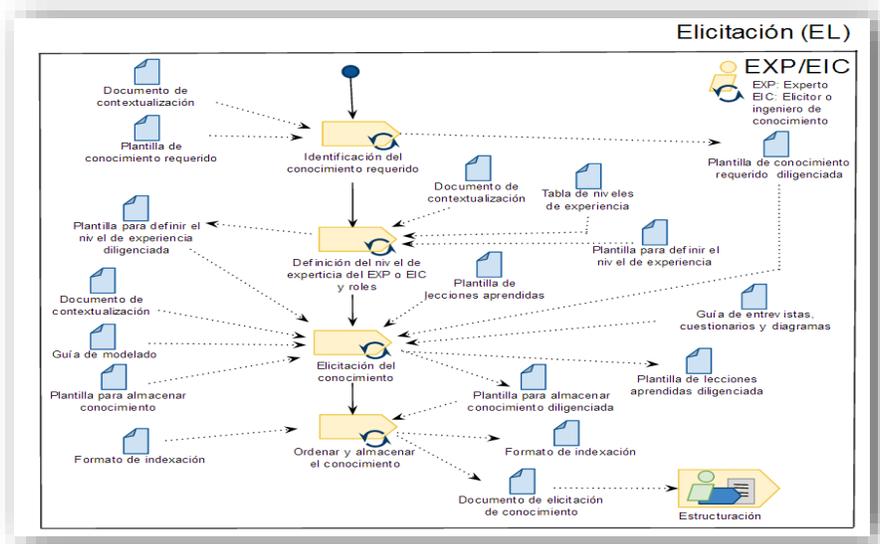


Figura No. 7: vista detallada de la actividad de elicitación.

Estructuración (ES): organizar todo el conocimiento obtenido en las actividades previas para que sea claro y fácilmente comprensible para quien vaya a hacer uso del mismo posteriormente. La estructuración de conocimiento es necesaria ya que permite que el conocimiento adquirido sirva como base para su uso en proyectos futuros.

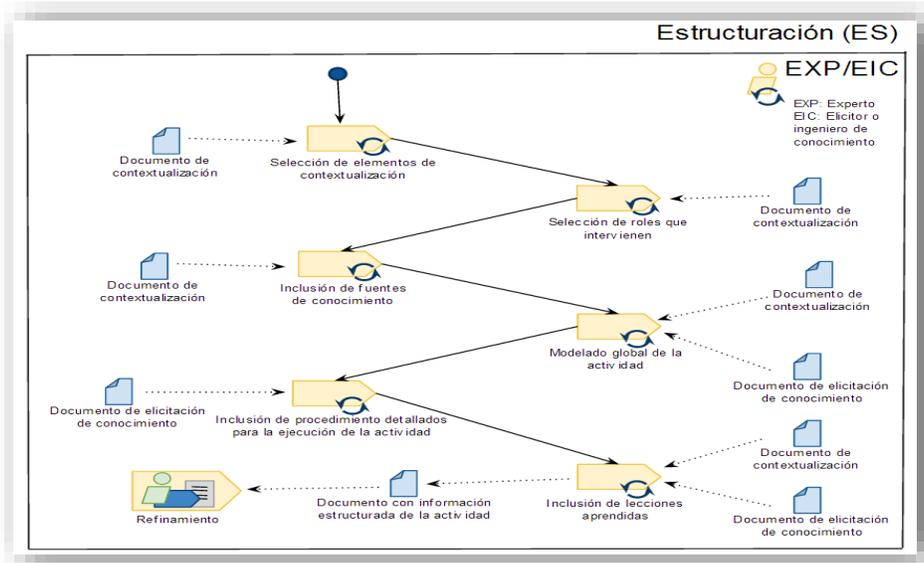


Figura No. 8: vista detallada de la actividad de estructuración.

Refinamiento (R): Proponer mejoras (agregar, eliminar o modificar procedimientos) en el proceder de la actividad que se está formalizando, basadas en modelos exitosos aplicados en la industria. Teniendo en cuenta toda la información recolectada (actividad

estructurada), se busca oportunidades de mejora y se plantean alternativas que generen un impacto positivo en la actividad en aspectos como calidad, productividad o eficiencia, según la actividad que se esté formalizando.

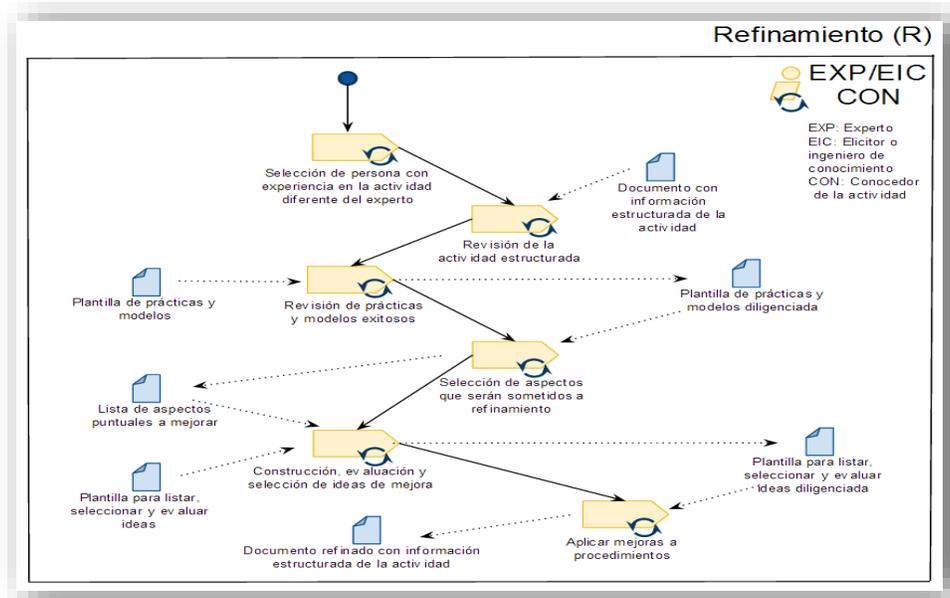


Figura No. 9: vista detallada de la actividad de refinamiento.

3.3.6 Productos de trabajo

Cada uno de los productos de trabajo propuestos en ésta investigación cuenta con una plantilla (ver Figura No. 4, elementos de color azul), aunque la aplicación de estas plantillas se puede hacer manual, en el desarrollo de ésta investigación se propone un software que facilite el uso de esas plantillas. Los productos de trabajos del método para formalizar son:

- (PT01) Documento de contextualización: documento que consigna la información utilizada para tener un conocimiento global de la actividad, en este se plasma la descripción de la actividad, las fuentes de conocimiento de la actividad y los roles asociados.
- (PT02) Documento de Elicitación de conocimiento (DEC): contiene la información recolectada a partir de las actividades previas a la elicitación como la identificación del conocimiento clave. La información relacionada directamente con las técnicas de elicitación aplicadas, el conocimiento ahora explícito extraído de los expertos, y la organización previa de los resultados de la elicitación.
- (PT03) Documento con información estructurada de la actividad: consigna de manera sintética la información recolectada durante toda la aplicación del método, además de las lecciones aprendidas.

En el Anexo G se muestra una vista detallada del método para la formalización de actividades teniendo como base la plantilla de COMPETISOFT.

3.4 Vista específica del método: Estimación de proyectos software

En esta sección se aplica el método construido a la actividad de estimación. Para esto, es necesario modificar las sub actividades del método teniendo en cuenta el contexto puntual de la estimación basado en: el marco teórico, estado del arte y anexos asociados a este tema. Dado que en la vista específica del método genérico ya se han especificado las secciones: propósito, descripción y objetivos, éstas no se tendrán en cuenta para éste numeral. Esta adaptación es realizada con el fin de brindar una herramienta explícita que aporte en la exitosa formalización de la actividad de estimación por parte de una VSE.

Actividad	Preparación
Responsabilidad y autoridad	Responsable de la ejecución de la actividad: <ul style="list-style-type: none"> Gerente del proyecto o grupo directivo Autoridad: <ul style="list-style-type: none"> Gerente del proyecto o grupo directivo
Actividades relacionadas	Contextualización

Productos Internos

Nombre	ID
Plantilla de descripción del perfil del elicitor.	PIP01

Entradas

Nombre	Fuente
Manual de instalación de la aplicación Formals	Gerente de proyecto
Manual de usuario de la aplicación Formals	Gerente de proyecto
Vista específica del método	Gerente de proyecto

Salidas

Nombre	Destino
Perfil del ingeniero de conocimiento o encargado de aplicar el método.	Repositorio de información del proyecto.

Prácticas

Roles involucrados y competencias	Identificación de roles involucrados	
	Abreviatura	Rol
	GP	Gerente de proyecto
	EST	Estimador
	EIC	Elicitor o Ingeniero de conocimiento

Sub Actividades

Asociadas a los objetivos de ésta actividad (Ver Anexo G) se encuentran las siguientes sub actividades, con sus respectivas tareas o técnicas y roles.

Observaciones:

Aquellas sub actividades que estén precedidas por el rol son mutuamente excluyentes, es decir, se debe realizar una u otra dependiendo del rol elegido para aplicar el método.

Rol	Descripción
SA1. Elección del encargado de aplicar el método (O1)	
Entradas	Plantilla de descripción del perfil (PIP01)
GP	<p>SA1.1 Seleccionar el elicitor o encargado de la aplicación del método.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si la organización no cuenta con personal especializado (EIC) disponible para la aplicación del método, un EST será el encargado de hacerlo. • Si la organización cuenta con personal especializado (EIC) para realizar la aplicación del método, se debe elegir la persona que cumpla con la mayor cantidad de las siguientes características: <ul style="list-style-type: none"> ○ Habilidad para construir reportes a partir de entrevistas. ○ Habilidad para escuchar atentamente. ○ Habilidad para leer comunicación no verbal. ○ Ser curioso e interesado por el tema manejado por el entrevistado. ○ Escuchar más de lo que habla. ○ No debe molestarse si un EST lo corrige. ○ Dispuesto a aprender. ○ Se recomienda que sea una persona con conocimientos técnicos básicos en planificación de proyectos, y conceptos asociados a estimación como: concepto de estimar, que se puede estimar (por lo menos, tiempo y costo) y la importancia de realizar estimaciones.
Salidas	Plantilla diligenciada con perfil del EST o EIC elegido para la aplicación del método. (PIP01)
SA2. Capacitación sobre la estructura y componentes método (O2)	
Entradas	Vista general del método Vista específica del método
GP	<p>SA2.1 Charla</p> <p>De manera general, el GP dará una explicación a grandes rasgos del método y los beneficios que podría traer a la organización la aplicación del mismo. Esta sub actividad debe ser un componente de motivación hacia el encargado de aplicar el método.</p>
GP	<p>SA2.2 Entregar elementos de capacitación</p> <p>El rol debe hacer entrega de toda la documentación asociada a la parte general del método en donde están plasmados objetivos, productos internos asociados, propósito, actividades, etc., lo cual apoyará al encargado de aplicar el método en la adopción del mismo. Finalmente, se hace entrega del método para formalización de la actividad de estimación.</p>
Salidas	No aplica
SA3. Capacitación en el software de aplicación (O3)	
Entradas	Manual de usuario Manual de instalación
[EST EIC]	<p>SA3.1 Apropiación del software</p> <p>Mediante el estudio de la documentación de la aplicación software el encargado de aplicar el método adquiere las capacidades necesarias para apoyarse en éste durante la ejecución del método.</p>
Salidas	No aplica

Actividad
Responsabilidad y autoridad

Contextualización
Responsable de la ejecución de la actividad:

<ul style="list-style-type: none"> Elicitor (si lo hay) o experto en la temática.
Autoridad:
<ul style="list-style-type: none"> Gerente del proyecto o grupo directivo
Elicitación

Actividades relacionadas

Productos Internos

Nombre	ID
Plantilla de contextualización.	PIC01
Plantilla para identificación de fuentes de conocimiento y artefactos	PIC02
Plantilla de salidas.	PIC03
Tabla de categorías de fuentes de conocimientos.	PIC04
Plantilla para almacenar información del rol y sus actividades.	PIC05

Entradas

Nombre	Fuente
Documento de alcance del proyecto (Opcional)	Gerente de proyecto
Project charter (Opcional)	Gerente de proyecto
Otros documentos asociados a la actividad	Persona encargada

Salidas

Nombre	Destino
Documento de contextualización (DC)	<ul style="list-style-type: none"> Elicitor o experto en la temática

Prácticas

Roles involucrados y competencias

Identificación de roles involucrados	
Abreviatura	Rol
EST	Experto en la temática
EIC	Elicitor o ingeniero de conocimiento
RES	Responsable de la actividad
GP	Gerente de proyecto

Sub Actividades

Asociadas a los objetivos de ésta actividad (Ver Anexo G) se encuentran las siguientes sub actividades, con sus respectivas tareas o técnicas y roles.

Observaciones:

Aquellas sub actividades que estén precedidas por el rol son mutuamente excluyentes, es decir, se debe realizar una u otra dependiendo del rol elegido para aplicar el método.

Rol	Descripción
SA1. Contextualización con el tema (O1)	
Entradas	Documento de alcance del proyecto Project charter Documento asociado a la actividad Plantilla de contextualización (PIC01)
[EST EIC]	SA1.1 Describir la actividad a formalizar <ul style="list-style-type: none"> [EST] Diligenciar la plantilla propuesta para registrar la descripción de la actividad. [EIC] Entrevistar a un experto en la temática para recopilar la información de

	la actividad y luego describirla de manera clara, y plasmarla en la plantilla. La descripción de la actividad se puede realizar por medio de lenguaje escrito.
[EST EIC]	<p>SA1.2 Determinar las posibles fuentes de conocimiento para comprender en qué consiste la actividad.</p> <ul style="list-style-type: none"> • [EST] Hacer un listado de las fuentes que se pueden necesitar para obtener una mejor comprensión de la actividad, históricos, bibliografías o responsables de la actividad en proyectos pasados. • [EIC] Realizar una charla o entrevista directa con el EST, luego hacer un listado de los recursos bibliográficos y documentación de proyectos pasados, listado de fuentes que podrán ser de utilidad para una mejor comprensión de la actividad.
Salidas	Plantilla de contextualización diligenciada (PIC01)
SA2. Identificación de fuentes de conocimiento y artefactos (O2)	
Entradas	Plantilla de contextualización diligenciada (PIC01) Documento asociados a la actividad Plantilla de identificación de fuentes de conocimiento y artefactos generados (PIC02)
[EST EIC]	<p>SA2.1 Realizar análisis de posibles fuentes de conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hacer un listado de documentos y RES necesarios para realizar la actividad y de sistemas de información requeridos (de ser necesario).
[EST EIC]	<p>SA2.2 Seleccionar fuentes de conocimiento según su grado de relación con la estimación: Conocimiento necesario para realizar la actividad.</p> <ul style="list-style-type: none"> • [EST] Hacer un listado de los recursos bibliográficos, documentación de proyectos pasados y la lista de RES que serán de utilidad para la formalización de la actividad. • [EIC] Realizar una charla o entrevista directa con el EST y hace un listado de los recursos bibliográficos, documentación de proyectos pasados y la lista de RES que serán de utilidad para la formalización de la actividad.
[EST EIC]	SA2.3 Determinar y dar una descripción de los artefactos generados por la actividad de estimación, diligenciando la plantilla propuesta.
[EST EIC]	SA2.4 Diligenciar plantilla de descripción de cada fuente de conocimiento.
Salidas	Plantilla de identificación de fuentes de conocimiento y artefactos generados diligenciada (PIC02)
SA3. Identificación de expertos y roles (O2)	
Entradas	Plantilla de identificación de fuentes de conocimiento y artefactos diligenciada (PIC02) Plantilla de información de rol y sus actividades (PIC05)
[EST EIC]	SA3.1 Seleccionar roles necesarios para para realizar la actividad y describir detalladamente la función de los roles mediante el diligenciamiento de la plantilla propuesta. Todos aquellos roles que aporten conocimiento en la actividad de estimación, y cómo interactúan (documentos, valores, charlas acerca de los tiempos de desarrollo, diseños, etc.) con el estimador.
Salidas	Plantilla de información de rol y sus actividades diligenciada (PIC05)

Actividad
Responsabilidad y autoridad

Elicitación
Responsable:

- Elicitor (si lo hay) o Experto en la temática

Autoridad:

- Gerente del proyecto o grupo directivo

Actividades relacionadas

Contextualización, Estructuración

Productos Internos

Nombre	ID
Documento de conocimiento requerido.	PIE01
Plantilla para definir el nivel de experiencia.	PIE02
Guía de modelado.	PIE03
Plantilla para almacenar conocimiento.	PIE04
Guía de entrevistas, cuestionarios y diagramas.	PIE05
Plantilla de lecciones aprendidas.	PIE06
Formato de indexación.	PIE07
Documento de elicitación de conocimiento.	PIE08
Tabla de niveles de experiencia.	PIE09

Entradas

Nombre	Fuente
Documento de contextualización	Elicitor (si lo hay) o experto en la temática
Otros documentos asociados a la actividad	Persona encargada

Salidas

Nombre	Destino
Documento de Elicitación de conocimiento (DEC)	• Elicitor (si lo hay) o Experto en la temática
Formato de indexación.	Encargado de almacenamiento.

Prácticas**Roles involucrados y competencias**

Identificación de roles involucrados	
Abreviatura	Rol
EST	Experto encargado de ejecutar la actividad
EIC	Elicitor (si lo hay) o ingeniero de conocimiento
RES	Responsable de la actividad
GP	Gerente de proyecto

Actividades

Asociadas a los objetivos de ésta actividad (Ver Anexo G) se encuentran las siguientes sub actividades, con sus respectivas tareas o técnicas y roles.

Rol	Descripción
SA1. Identificación del conocimiento requerido (O1)	
Entradas	Documento de contextualización Plantilla de conocimiento requerido (PIE01)
[EST EIC]	SA1.1 Identificar las principales fases y sub actividades que componen la actividad de estimación. Por ejemplo, las fases propuestas por importantes referentes: estimación en la etapa de viabilidad, en la etapa de requisitos y en la etapa de diseño. Sub actividades asociadas a cada fase pueden ser: estimar costos, duración, esfuerzo y tamaño.
[EST EIC]	SA1.2 Describir de manera general cada una de las fases y sub actividades identificadas.
	SA1.3 Priorizar y seleccionar las sub actividades que finalmente se consignarán

[EST EIC]	de manera explícita. Se pueden descartar aquellas sub actividades o fases, de complejidad mínima o simplemente incluirlas en las descripciones posteriores como un paso de otra sub actividad o fase.
Salidas	Plantilla de conocimiento requerido diligenciada. (PIE01)
SA2. Definición del nivel de experticia del EST o EIC y roles (O1)	
Entradas	Tabla de niveles de experiencia (PIE09) Plantilla para definir el nivel de experiencia (PIE02) Documento de contextualización (Sección roles)
[EST EIC]	SA2.1 Definir el nivel de conocimiento del EST, puede haber más de uno, tomando como referencia la tabla de clasificación de niveles de experiencia para diligenciar la plantilla asociada.
Salidas	Plantilla para la definición del nivel de experiencia diligenciada (PIE02)
SA3. Elicitación del conocimiento (O2, O3)	
Entradas	Plantilla de conocimiento requerido diligenciada. (PIE01) Plantilla para la definición del nivel de experiencia diligenciada (PIE02) Guía modelado (Ver Anexo O) Plantilla para almacenar conocimiento (PIE04) Documento de contextualización. Guía de entrevistas, cuestionarios y diagramas. (PIE05) Plantilla de lecciones aprendidas. (PIE06)
[EST EIC]	SA3.1 El EIC debe seleccionar técnicas de adquisición de conocimiento: a partir de las técnicas sugeridas para estimación, como por ejemplo: entrevista con el experto, diagramas de flujo y workshops, en caso de tener varios expertos. Si se cuenta solo con el EST, debe simplemente llenar las plantillas de elicitación, con la información detallada que allí se requiera. Se recomienda ser minucioso en los aspectos procedurales.
[EST EIC]	SA3.2 [EIC] Aplicar las técnicas seleccionadas: teniendo en cuenta los parámetros de las diferentes técnicas, se debe hacer la aplicación de éstas siguiendo los pasos propuestos en cada una. (Ver anexo F)
[EST EIC]	SA3.3 [EIC] Registrar en las plantillas el conocimiento extraído del experto o expertos durante la aplicación de las técnicas de adquisición.
[EST EIC]	SA3.4 Modelar la actividad: Teniendo en cuenta la guía de modelado propuesta (ver Anexo N), se recomienda realizar modelados de la secuencia de pasos de las fases y sub actividades de manera que permita una visión global de las mismas, así como una mejor comprensión. Se puede recurrir a UML, a manera de casos de uso, SPEM, o simplemente diagramas de flujo. El modelado es opcional pero se recomienda su uso, por cuestiones de simplicidad a la hora de comprender la actividad de estimación, sus fases y sub actividades, dentro de la empresa.
[EST EIC]	SA3.5 Consignar en las lecciones aprendidas durante la aplicación del método en la plantilla propuesta.
Salidas	Plantilla para almacenar conocimiento diligenciada (PIE04) Plantilla de lecciones aprendidas diligenciada (PIE06)
SA4. Ordenar y almacenar el conocimiento (O4)	
Entradas	Formato de indexación (PIE07) Plantilla para almacenar conocimiento diligenciada (PIE04)

[EST EIC]	SA4.1 Indexar la documentación generada: Se asigna un identificador único a la actual aplicación del método, y se asocia a este todas las plantillas asociadas a las etapas del proyecto.
	SA4.2 Diligenciar el formato de indexación.
	SA4.3 Construir un Documento de elicitación de Conocimiento (DEC) con toda la información recolectada. Se basa en asociar el mismo id a todas las plantillas, y agruparlas con su respectivo formato de indexación.
Salidas	Formato de indexación diligenciado. (PIE07) Documento de elicitación de Conocimiento (PIE08 - DEC)

Actividad	Estructuración
Responsabilidad y autoridad	Responsable: <ul style="list-style-type: none"> Elicitor (si lo hay) o Experto en la temática Autoridad: <ul style="list-style-type: none"> Gerente del proyecto o grupo directivo
Actividades relacionadas	Elicitación, Refinamiento

Productos Internos

Nombre	ID
Plantilla documento de Elicitación de conocimiento	PI01

Entradas

Nombre	Fuente
Documento de contextualización	Elicitor o Experto en la temática
Documento de Elicitación de Conocimiento (DEC)	Elicitor o Experto en la temática

Salidas

Nombre	Destino
Documento con información estructurada de la actividad	Responsable de la actividad

Prácticas

Roles involucrados y competencias	Identificación de roles involucrados	
	Abreviatura	Rol
	EST	Experto en la temática
	EIC	Elicitor o Ingeniero de Conocimiento
	RES	Responsable de la actividad

Actividades

Asociadas a los objetivos se encuentran las siguientes sub actividades.

Rol	Descripción
SA1. Selección de elementos de contextualización (O1, O2, O3)	
Entradas	Documento de contextualización
[EST EIC]	SA1.1 Seleccionar los ítems que se consideran necesarios y suficientes para contextualizarse con la actividad estimación como: terminología, conceptos básicos y descripción de la tarea. Otros ítems adicionales pueden ser incluidos a criterio del rol. Teniendo en cuenta la plantilla diligenciada PIC01 del documento de contextualización.

Salidas	No aplica
SA2. Selección de roles que intervienen en la actividad (O1, O2, O3)	
Entradas	Documento de contextualización
[EST EIC]	SA2.1 Listar los roles encargados de tareas relacionadas con estimación, en el caso que haya más de uno sino del EST solamente. Aquellos que interactúan para la elicitación, y los que generan algún tipo de insumo para alguna de las sub actividades. Teniendo la(s) plantilla(s) diligenciada(s) PIC05 del documento de contextualización.
Salidas	No aplica
SA3. Inclusión de fuentes de conocimiento (O1, O2, O3)	
Entradas	Documento de contextualización
[EST EIC]	SA3.1 Incluir una lista corta (máximo 3) de los libros con información de actividad y su descripción. Teniendo en cuenta la plantilla diligenciada PIC02.
[EST EIC]	SA3.2 Seleccionar e incluir una lista de los documentos de la empresa que tienen información sobre la actividad y su descripción. Teniendo en cuenta la plantilla diligenciada PIC02.
[EST EIC]	SA3.3 Incluir la artefactos de salida de la actividad. Teniendo en cuenta la plantilla diligenciada PIC02.
Salidas	No aplica
SA4. Modelado global de la actividad a formalizar (O2, O3)	
Entradas	Documento de contextualización Documento de Elicitación de Conocimiento (DEC)
[EST EIC]	SA4.1 Anexar el modelo que describe la secuencia de tareas de la actividad.
Salidas	No aplica
SA5. Inclusión de procedimientos detallados para la ejecución de la actividad (O2, O3)	
Entradas	Documento de Elicitación de Conocimiento (DEC)
[EST EIC]	SA5.1 Agregar los procedimientos extraídos en la actividad de Elicitación, conocimiento tópico, procedural y episódico. Teniendo en cuenta la plantilla diligenciada PIE04 del documento de elicitación.
Salidas	No aplica
SA6. Inclusión de lecciones aprendidas (O2, O3)	
Entradas	Documento de contextualización Documento de Elicitación de Conocimiento (DEC)
[EST EIC]	SA6.1 Anexar las lecciones aprendidas, las que se consideren más relevantes y que puedan impactar positivamente la ejecución de la actividad. Teniendo en cuenta la plantilla diligenciada PIE06 del documento de elicitación.
Salidas	No aplica

Nota: El documento con información estructurada de la actividad lleva de portada el formato de indexación PIE07 de la actividad de elicitación.

Actividad
Responsabilidad y autoridad

Actividades relacionadas

Refinamiento

Responsable:

- Elicitor o ingeniero de conocimiento (si lo hay).
- Experto en la temática.

Autoridad:

- Gerente del proyecto o grupo directivo.

Elicitación

Productos Internos

Nombre	ID
Plantilla de prácticas y modelos	PIR01
Plantilla para listar, seleccionar y evaluar ideas	PIR02
Lista de aspectos puntuales a mejorar	PIR03

Entradas

Nombre	Fuente
Documento con información estructurada de la actividad	Experto en la temática Elicitor o Ingeniero de Conocimiento

Salidas

Nombre	Destino
Documento refinado con información estructurada de la actividad.	Responsable de la actividad

Prácticas

Roles involucrados y competencias	Identificación de roles involucrados	
	Abreviatura	Rol
	EST	Experto en la temática
	EIC	Elicitor o Ingeniero de Conocimiento
	CON	Concedor de la actividad

Actividades

Asociadas a los objetivos se encuentran las siguientes sub actividades.

Rol	Descripción
SA1. Selección de una persona con experiencia en la actividad diferente del experto (O1, O2, O3)	
Entradas	
[EST EIC]	<p>SA1.1 Dentro de las personas que pueden contribuir con el refinamiento de la actividad se pueden seleccionar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Una de las personas que conocen de la actividad y no fueron seleccionados para la elicitación. • Personas dentro de la empresa que hayan trabajado previamente en la actividad (revisión del perfil profesional) • Empleados que por su formación académica tengan bastante cercanía con el tema (revisión de páginas amarillas, si se cuenta con estas o revisión de perfil académico). • Ir a congresos o seminarios sobre el tema, recopilar información y discutir con expertos. • Alianza académica con expertos en las universidades. • Consultoría con un experto (si la empresa tiene disponibilidad de recursos)
Salidas	No aplica
SA2. Revisión de la actividad estructurada (O1, O2)	
Entradas	Documento con información estructurada de la actividad
	<p>SA2. Se debe socializar a aquel que ayudara en la revisión del conocimiento formalizado sobre cuál es la forma en que se hace actualmente la actividad. El tipo de socialización puede variar dependiendo del tiempo con que se cuente</p>

[EST EIC]	<p>para esto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de tiempo limitado: se hace una charla con el conocedor exponiendo cómo se realiza actualmente la actividad. • Disponibilidad de tiempo media: se hace una charla con el conocedor, se revisa el documento de conocimiento estructurado. • Disponibilidad de tiempo amplia: se hace una charla con el conocedor, se revisa el documento de conocimiento estructurado, se entrega el documento con conocimiento estructurado al conocedor para que realice un análisis minucioso, y presente su opinión posteriormente.
Salidas	No aplica
SA3. Revisión de prácticas y modelos exitosos aplicados en la industria para la ejecución de la actividad (O1, O2)	
Entradas	Plantilla de prácticas y modelos (PIR01)
[EST EIC] CON	<p>SA3.1 Mediante una discusión con el conocedor se construye una lista de posibles prácticas y modelos exitosos aplicables en la actividad.</p> <p>SA3.2 El encargado realiza un pequeño estudio de estas prácticas y mejoras, dando prioridad a las que más se adapten a las características de la empresa. Se sugiere que el estudio siga el formato de la plantilla propuesta.</p>
Salidas	Plantilla de prácticas y modelos diligenciada (PIR01)
SA4. Selección de los aspectos puntuales de la actividad que serán sometidos a refinamiento (O2)	
Entradas	Plantilla de prácticas y modelos diligenciada (PIR01)
[EST EIC] CON	<p>SA4.1 Con base en las buenas prácticas observadas en los modelos revisados, se plantean posibles cambios en el procedimiento para llevar a cabo la estimación.</p> <p>SA4.2 Se evalúa la viabilidad de los cambios, consultando al experto que realiza la actividad.</p> <p>SA4.3 Listado final de procedimientos a cambiar.</p>
Salidas	Lista de aspectos puntuales a mejorar (PIR03)
SA5. Construcción, evaluación y selección de ideas de mejora (O2)	
Entradas	Plantilla para listar, seleccionar y evaluar ideas (PIR02) Lista de aspectos puntuales a mejorar diligenciada (PIR03)
[EST EIC]	<p>SA5.1 A partir de los procedimientos sujetos a mejora, se plantea una lista de ideas (prácticas, modelos, procedimientos o actividades) aplicables a cada uno de éstos.</p> <p>SA5.2 Se selecciona uno o más ideas de mejora dependiendo de su viabilidad.</p>
Salidas	Plantilla para listar, seleccionar y evaluar ideas diligenciada (PIR02)
SA6. Aplicar mejoras a procedimientos (O3)	
Entradas	Plantilla para listar, seleccionar y evaluar ideas diligenciada (PIR02)
	<p>SA6.1 Análisis a fondo de las ideas de mejora, para su posterior aplicación.</p> <p>SA6.2 Modificación de los procedimientos procedural y episódico actuales adaptados o modificados completamente según las ideas de mejora propuestas.</p>
Salidas	Documento con información estructurada de la actividad refinada.

4. PROTOTIPO SOFTWARE

Para el desarrollo del prototipo software que apoyará la aplicación del método propuesto, se hizo uso de la metodología de desarrollo ágil XP. Dado el tamaño del software a desarrollar, se adaptó la metodología de tal manera que esta se ajustara a las necesidades tanto de tiempo de desarrollo como recursos disponibles. En éste capítulo se muestra el proceso de desarrollo del prototipo software.

4.1 Metodología de desarrollo [46]

La metodología XP es una metodología ágil basada en buenas prácticas y valores con el objetivo de aumentar la productividad en el desarrollo. Dentro de las principales características de esta metodología de desarrollo se encuentra: 1) Desarrollo iterativo e incremental: mejoras continuas, unas tras otras; 2) Pruebas unitarias continuas: repetidas y automatizadas. 3) Programación en parejas: el desarrollo se realiza en grupos de dos personas. 4) Corrección de errores antes de añadir nuevas funcionalidades. 5) Basada en historias de usuario: una forma rápida de alcanzar los objetivos del proyecto.

4.1.1 Ciclo de vida

Las iteraciones en XP son cortas pues se basa en desarrollos rápidos para el cliente, con retroalimentación para obtener una mejor calidad del producto. Existe una fase inicial (planeación) orientada a la planeación de iteraciones, posteriormente, cada iteración incluye diseño, codificación y pruebas.

- Fase de exploración: Se planean a grandes rasgos las historias de usuario (identificación de requisitos funcionales), se hace familiarización con herramientas de desarrollo, tecnologías y prácticas a utilizar. Se construye una primer idea o prototipo de la arquitectura o diseño de la aplicación.
- Fase de planeación: Se priorizan y se refinan las historias de usuario, a partir de esto se empieza a construir el cronograma. El número de iteraciones está sujeto al número de historias de usuario.
- Fase de producción: Incluye diseño, codificación y pruebas de funcionamiento del sistema.
- Fase de muerte: Construcción de la documentación final del software (manuales), esta fase se da cuando ya no hay más historias de usuario para desarrollar. Ya no se realizan cambios en el sistema.

4.1.2 Roles y responsabilidades de XP

La metodología de desarrollo contempla los siguientes roles y responsabilidades:

- Entrenador (Coach): Es el líder del equipo, encargado de tomar las decisiones más importantes. Es el principal responsable del proceso y tiende a estar en segundo plano a medida que se desarrolla el proyecto.
- Probador (Tester): Encargado de las pruebas funcionales, debe asegurarse que los tests funcionales se lleven a cabo.
- Cliente (Customer): Debe hacer parte del equipo, encargado de expresar lo que se desea construir y en qué orden, con base en sus observaciones se deben construir los tests funcionales para así determinar cuándo se ha cumplido con un requerimiento.
- Programador (Programmer): Responsable de decisiones técnicas y del desarrollo del software, este no presenta distinción con analistas, diseñadores o codificadores.

4.1.3 Artefactos

Dentro de los artefactos mínimos y que se consideran necesarios para el desarrollo se encuentran:

- Documento de especificación de requerimientos.
- Historias de usuario.
- Plan de iteraciones (Cronograma).
- Modelo de datos.
- Prototipos del software.
- Manuales de usuario y de instalación.

4.2 Exploración

4.2.1 Especificación de requerimientos

La especificación de requerimientos del prototipo software se realizó con base en el estándar IEEE 830 para la Especificación de Requisitos Software según la versión de 1998. Este estándar en su conjunto contiene las características necesarias para una buena especificación de requisitos, aunque propone una organización de dicha información, no exige estrictamente que el formato deba seguirse de manera rigurosa. En el Anexo D se incluye el documento de especificación de requerimientos completo y que servirá como base para el desarrollo del prototipo software.

A continuación se muestra un listado de las posibles historias de usuario o algunas de las funcionalidades relevantes de la aplicación que han sido identificadas para la construcción del prototipo software que apoyará la aplicación del método.

Tabla No. 5: identificación de posibles funcionalidades del prototipo software.

No. HU	Nombre	Responsables
1	Módulo de Contextualización.	Investigador 1, Investigador 2
2	Módulo de Elicitación.	Investigador 1, Investigador 2
3	Módulo de Estructuración.	Investigador 1, Investigador 2
4	Módulo de Refinamiento.	Investigador 1, Investigador 2

4.2.2 Primer prototipo del software

A continuación se presentan un prototipo de la aplicación a desarrollar, específicamente de la historia de usuario 1 (CRUD de proyectos), este es un primer bosquejo a nivel de interfaz de usuario de lo que se quiere, y agrupa las de características funcionales deseadas para el prototipo software.

En adelante se mostrara como ejemplo la trazabilidad de uno de los requisitos del sistema, desde su especificación de requisitos y diseño, hasta su implementación.

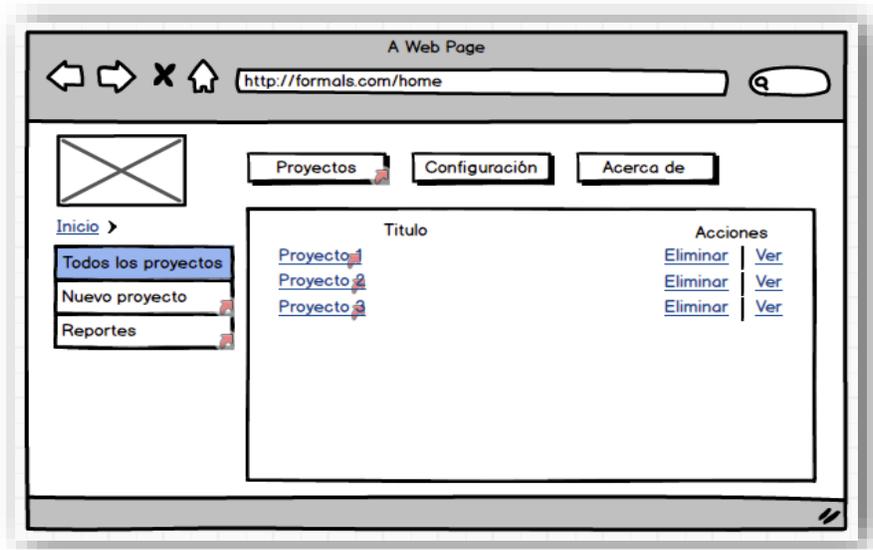


Figura No. 10: prototipo página de inicio (CRUD-proyectos).

4.3 Planeación

4.3.1 Especificación de historias de usuario

Las historias de usuario representan de manera breve el comportamiento del sistema, éstas llevan lenguaje común (no técnico). Cada historia de usuario representa una característica funcional principal del sistema. La siguiente tabla muestra la plantilla que servirá como base para la elaboración de las historias de usuario del prototipo.

Tabla No. 6: especificación de historia de usuario No. 1

Historia de Usuario		
Número: 1	Nombre: CRUD proyectos	
Usuario: Elicitor	Iteración: 1.0	Prioridad: Alta
<p>Descripción: El usuario elicitor, podrá ver información relacionada con los proyectos de formalización presentes en el sistema, de no haber ninguno el sistema mostrara la interfaz de información de proyectos vacía. El usuario elicitor podrá cuando lo requiera, crear, editar, ver, o eliminar un nuevo proyecto de formalización.</p> <p>Al crear un proyecto el usuario deberá ingresar la siguiente información: nombre del proyecto, id (generado por el sistema), fecha inicio, fecha fin, cantidad de personas involucradas, actividad a formalizar, descripción de la actividad, elicitor encargado.</p> <p>Cuando se ingresa a editar se pueden hacer cambios de toda la información relacionada con el proyecto, excepto su número.</p> <p>En el momento que se quiera eliminar un proyecto, el sistema debe mostrar un mensaje de confirmación. "Desea borrar el proyecto X" y mostrar las opciones SI NO.</p> <p>Ver proyecto: En esta opción el usuario elicitor, podrá acceder a la información detallada del proyecto.</p>		
Observaciones: no aplica		

En el anexo E se incluye la especificación de todas las historias de usuario identificadas para el sistema.

4.3.2 Priorización de las historias de usuario

Con base en la prioridad de las HU y teniendo en cuenta las dependencias que hay entre las funcionalidades, se ha construido la siguiente tabla de priorización de las HU.

Tabla No. 7: listado de historias de usuario priorizadas

No HU	Nombre	Prioridad
1	CRUD Proyectos	Alta
2	Crear proyecto detalle 1	Alta
3	Crear proyecto detalle 2	Alta
4	Crear proyecto detalle 3	Alta

4.3.3 Cronograma de iteraciones

Teniendo en cuenta las HU identificadas y que éstas ya se encuentran priorizadas, se elaboró el cronograma de iteraciones para realizar el desarrollo del prototipo software. Cada HU se trabajará en una iteración.

Este cronograma se construyó con el fin de poder hacer seguimiento y control al desarrollo del prototipo. En el cronograma se muestran las iteraciones, su duración, la HU relacionada a esa iteración y el responsable del desarrollo de la HU.

En el Anexo I se incluye el cronograma de iteraciones propuesto para el desarrollo del prototipo software.

Tabla No. 8: planeación de iteraciones.

Iteración	Nombre HU	No HU	Fecha inic.	Fecha fin	Responsable
1	CRUD Proyectos	1	09/09/2013	23/09/2013	Desarrollador 1
2	Crear proyecto detalle 1	2	24/09/2013	8/10/2013	Desarrollador 1
3	Crear proyecto detalle 2	3	9/10/2013	30/10/2013	Desarrollador 1
4	Crear proyecto detalle 3	4	1/11/2013	20/11/2013	Desarrollador 1
5	Refinamiento integración		21/12/2013	10/12/2012	Desarrollador 1

Desarrollador 1: Luis Fernando Carvajal Chávez

4.4 Producción

Modelo de datos. A continuación se presenta el modelo de datos del prototipo software, en éste modelo se describen los tipos de datos que hay en la base de datos y la forma como cada entidad se relaciona con otras. Además de las restricciones de integridad y operaciones de manipulación de los datos (agregación, composición, etc.). Este modelo es importante pues también sirve como referencia para describir los principales elementos y características de la aplicación.

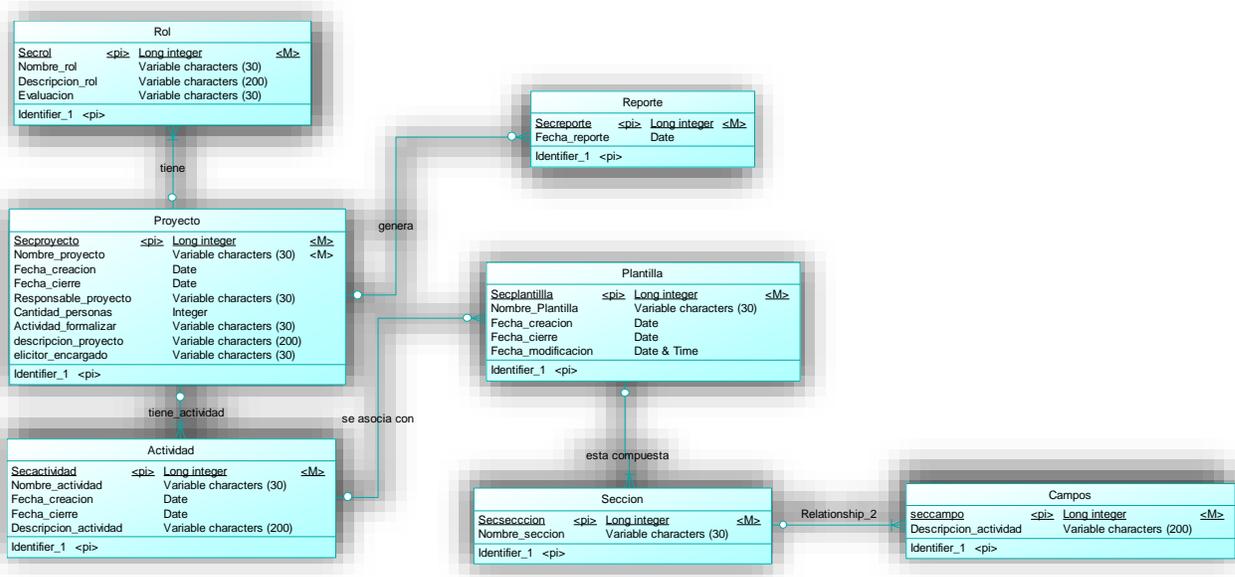


Figura No. 11: modelo de datos para el caso de ejemplo (CRUD-proyectos).

4.5 Muerte

- En el Anexo L se incluye el manual de Usuario del prototipo software.

- A continuación se presentan algunas imágenes de la aplicación Formals.

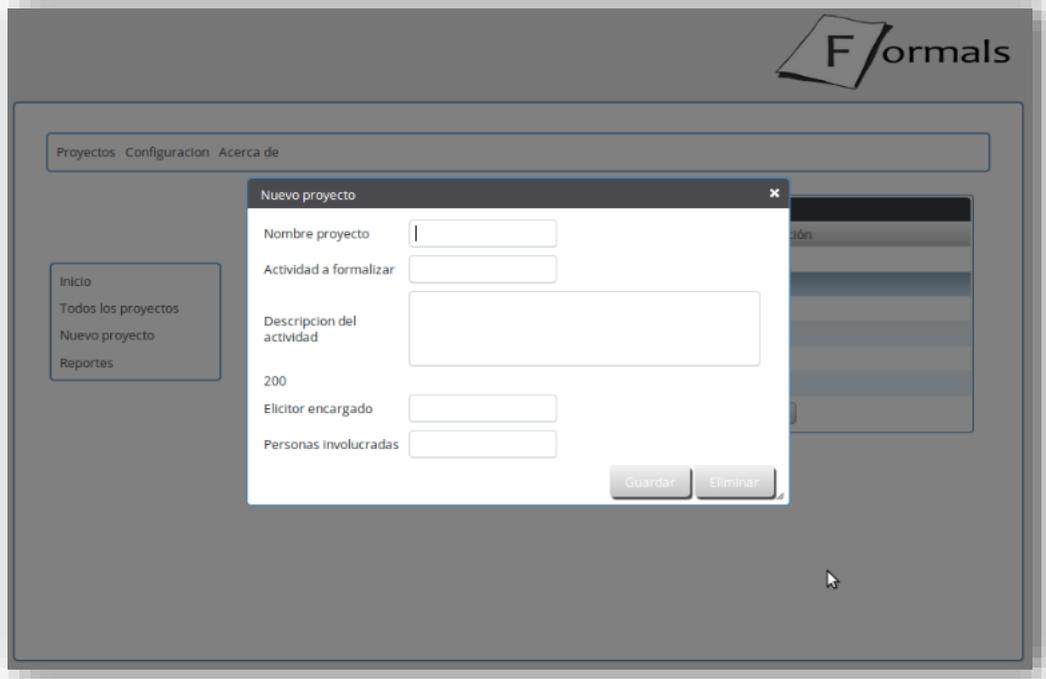


Figura No. 12: vista de creación de un proyecto

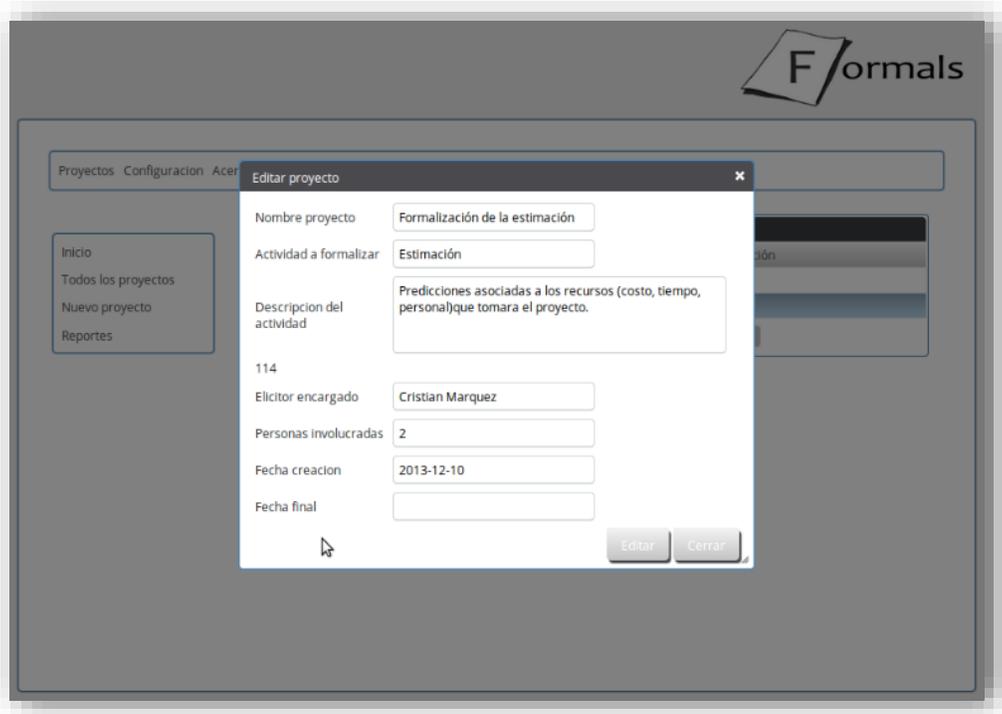


Figura No. 13: vista de edición de un proyecto

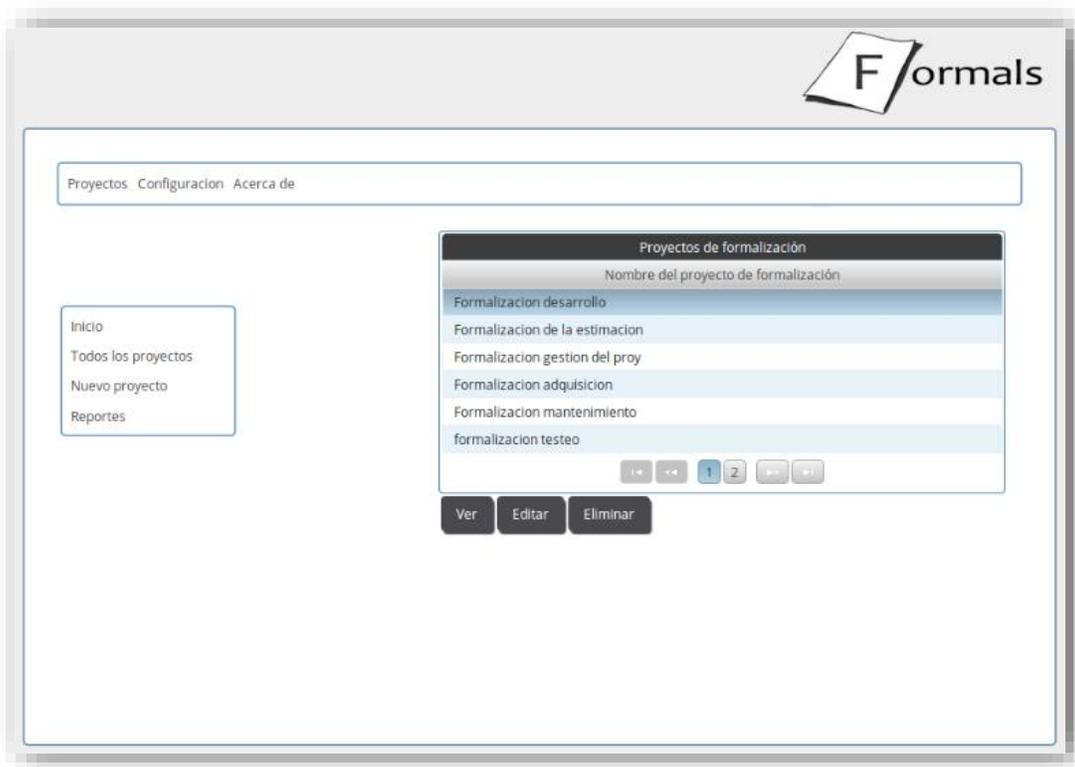


Figura No. 14: vista principal de proyectos

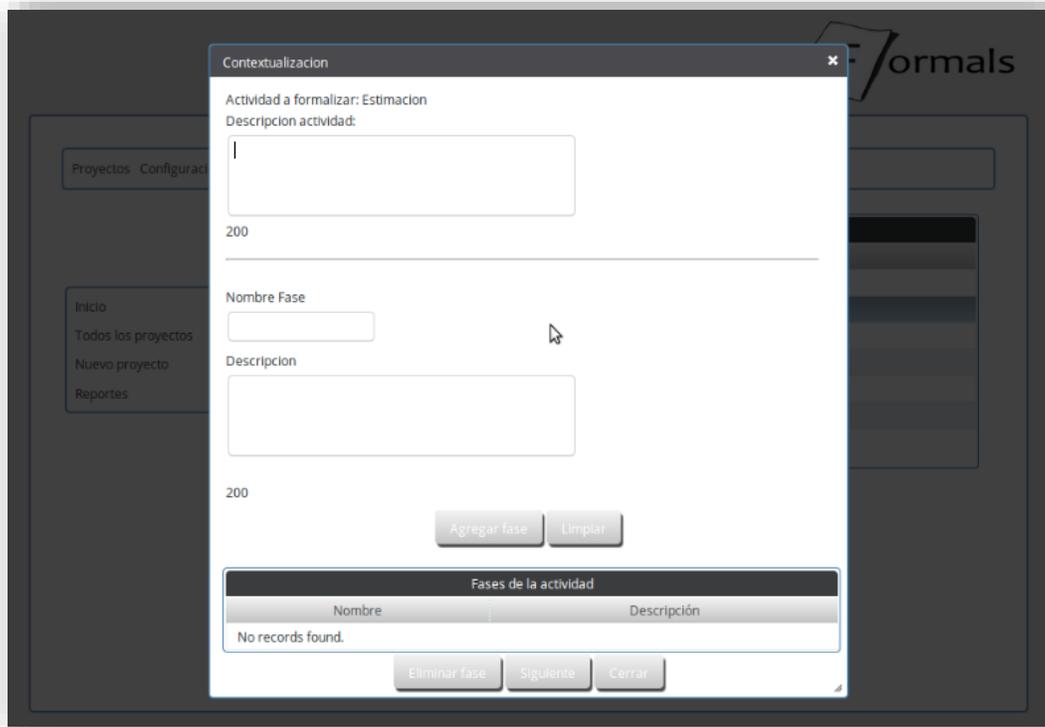


Figura No. 15: vista de fases de contextualización.

La utilización de un prototipo software para apoyar la aplicación del método implica ventajas como:

- Facilitar el manejo de los proyectos de formalización que se hayan hecho, pudiéndose ver o listar estos proyectos de manera categorizada por nombre o fecha, facilitándose así el acceso a información.
- Otra de las ventajas del uso del prototipo software es la compactación de la información, almacenándose y gestionándose toda en un mismo lugar, disminuyendo el uso de otros tipos de archivos que pudiesen ocupar más espacio.
- En la mejora de procesos, la utilización de herramientas tecnológicas (en este caso el prototipo) permite la disminución de la carga cognitiva, y da apoyo a la ejecución sistemática de proyecto de mejora.
- El uso de un sistema gestor de base de datos para el almacenamiento de la información hace que se eliminen dependencias hacia el uso de formatos particulares de archivos, además de la conservación y consistencia de los datos lo cual es una de las características principales de éste tipo de sistemas.
- El acoplamiento entre el método y prototipo evita que se generen ambigüedades en el diligenciamiento de los campos del mismo, en otras palabras, el prototipo se plantea como una forma eficiente para el diligenciamiento de las plantillas.
- La construcción del prototipo representa un plus del método propuesto lo cual puede ser una oportunidad para que las empresas se motiven a aplicar el método.
- Al estar construido con software libre como java el prototipo es multiplataforma, y como es liviano (consumo de recursos) no implica gastos adicionales de implantación.
- Al ser un prototipo con tecnologías web, se puede pensar a futuro en una versión del software, bajo el modelo de negocio de "software as service".

5. EVALUACIÓN

En éste capítulo se presenta la aplicación del método para la formalización por medio de un caso de estudio aplicado a una pequeña organización, todo con el fin de verificar si el método cumple el propósito y objetivos para el cual fue construido, los cuales están descritos en el capítulo 3.

5.1 Aplicación del método para la formalización

Esta sección aborda el método de formalización y muestra la forma en que éste es aplicado en una VSE.

Se decidió realizar un caso de estudio entre otras cosas porque:

- Permite con ejemplos reales profundizar en el tema manejado, ayudando a extraer una serie de lecciones aplicables al tema en evaluación
- El caso de estudio permite responder a preguntas de "¿cómo?" (cómo funciona el método en un caso real) y "¿por qué?" (se justifica el uso del método) a partir de ejemplos concretos seleccionados adecuadamente en función de los objetivos que se están evaluando.
- Permite la observación directa del fenómeno que se está estudiando, en éste caso, la forma como funciona el método en un ambiente real.
- Recursos: en nuestro caso, además de la documentación con la que ya contábamos relacionada con el método, sólo se requería como único recurso para la validación del método al experto, cosa que con otro tipo de validación, como un focus group por ejemplo, se hubiera requerido gestionar un grupo de personas más grandes, dificultándose así la validación
- Plazos de puesta en marcha del caso de estudio no muy grandes, si estos han sido bien definidos previamente.

5.1.1 Caso de estudio

Para la evaluación del método para la formalización se usó el método de casos de estudio y así guiar la aplicación del método en el contexto de una pequeña organización de desarrollo de software. El caso de estudio sigue el protocolo de caso de estudio propuesto en [47].



Figura No. 16: diagrama de actividades para la solución del caso de estudio.

Antecedentes: En la literatura se encontraron varios estudios relacionados a la formalización por medio de la gestión de conocimiento y estimación de proyectos en organizaciones de desarrollo de software, estudios que se pueden ver en el capítulo 2 de ésta investigación. aunque son varias las temáticas a tener en cuenta para efectos de la aplicación del método en un caso práctico, se debe resaltar que se ha hecho particular énfasis en el tema de gestión de conocimiento y en segundo lugar en el tema de estimación de proyectos software, que finalmente es el área de aplicación de la investigación. La pregunta principal de investigación que se espera sea resuelta con la aplicación del método en un caso práctico:

¿Es idóneo¹⁷ el método definido para formalizar conocimiento en pequeñas organizaciones?

Otras preguntas complementarias que se podrían plantear son las siguientes:

¿La actividad formalizada mediante el método propuesto, refleja de manera correcta la forma en que se realiza la estimación en la organización? (PC1)

¿El esfuerzo requerido al aplicar el método es adecuado para una pequeña organización? (PC2)

Diseño: El *tipo de diseño* de caso de estudio para ésta investigación es de un caso de estudio simple holístico. Simple porque es una sola pequeña organización en donde será aplicado el método, y holístico porque es en una sola unidad de análisis (sólo se formalizará la actividad de estimación). Para el diseño del caso se ha tenido en cuenta las propuestas presentadas en dos referentes clásicos de la temática que son Yin [48] y

¹⁷ Idoneidad: Se tomó como referencia el modelo de calidad del producto (*Product quality model*), específicamente la sub característica *functional suitability / appropriateness* definida en la norma internacional ISO 25010, que define: Grado con el cuál el método facilita el cumplimiento de los objetivos especificados.

Stake [49], referentes que además son considerados por algunos autores como los de mayor aporte a ésta área de investigación pues sus investigaciones han sido de referencia por una gran cantidad de autores [50]. El *objeto de estudio* es el método para la formalización de actividades en pequeñas organizaciones desarrollado en esta investigación. Las *medidas* usadas para indagar sobre las preguntas de investigación son: (i) el esfuerzo realizado para aplicar el método, (ii) idoneidad del método para para formalizar actividades, y (iii) correctitud del método para cumplir con su propósito y objetivos.

Sujetos de investigación y unidades de análisis. El *criterio para la selección del caso de estudio* fue: Una pequeña empresa de desarrollo de software interesada en mejorar la forma de realizar la estimación de sus proyectos, de tal forma que esta actividad quede formalizada, es decir, que quede como un activo de proceso para la organización. Para este caso de estudio se trabajó con la empresa Colombiana Oderlogica, la *unidad de análisis* es: el proceso o actividad a formalizar que es la actividad de estimación de proyectos.

Procedimiento de campo. El procedimiento que rige las actividades de campo del caso de estudio se relaciona directamente con las actividades, sub-actividades, roles y productos de trabajo del método propuesto. A continuación se muestra gráficamente una descripción general del método.

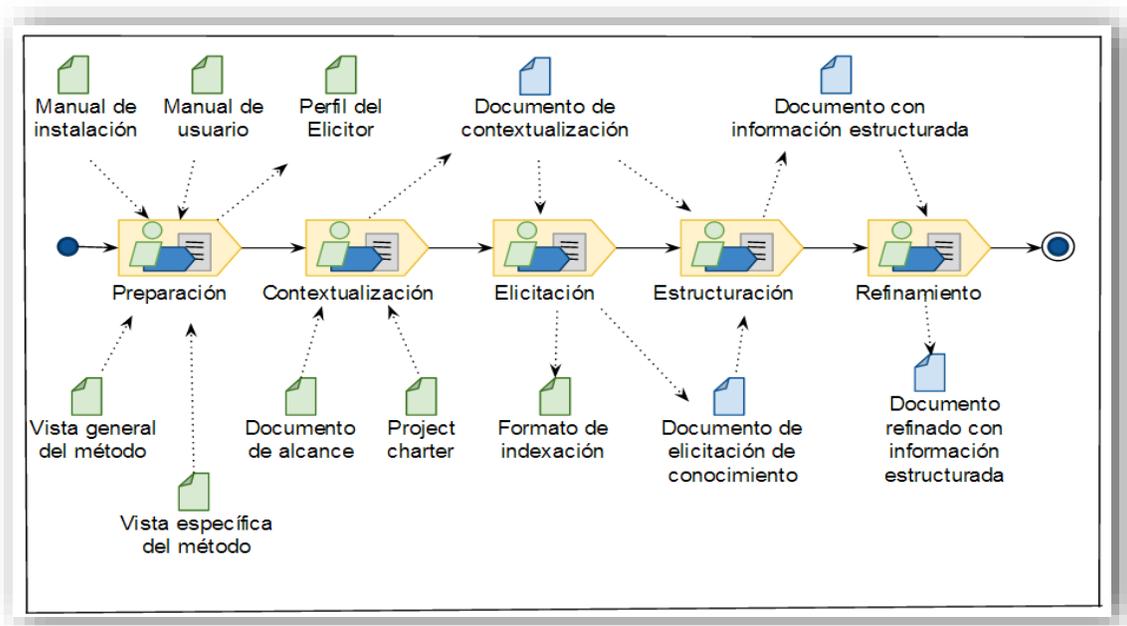


Figura No. 17: vista general del método para formalizar

En el método para realizar la formalización de la estimación hay dos roles: Experto en la actividad (EXP) y Elicitor o ingeniero de conocimiento (EIC). El método para formalizar consta de 5 actividades: Preparación, Contextualización, Elicitación, Estructuración y Refinamiento. Los productos de trabajo son: Documento de contextualización (formado a partir de las actividades de Preparación y

Contextualización), Documento de Elicitación de conocimiento (formado a partir de las actividades de Elicitación y Estructuración), Documento con información estructurada de la actividad (Formado a partir de la actividad de Refinamiento).

Recolección de datos. La recolección de datos se hizo utilizando las plantillas que componen los productos de trabajos descritos en la figura No. 13, estos productos están directamente relacionados con las actividades del método. Las plantillas utilizadas pueden verse en el Anexo C. A continuación se presenta como ejemplo una de las plantillas propuestas.

Tabla No. 9: Ejemplo de plantilla: Plantilla de Contextualización.

Nombre de la actividad:	<i>Nombre de la actividad a formalizar</i>	id	PIC01
Descripción	<i>Se plasma una descripción general de la actividad a formalizar, que sea lo suficientemente dicente para entender su naturaleza.</i>		
Fases		Descripción	
<i>Fases que componen la actividad</i>		<i>Descripción de la fase.</i>	
Fuentes de información sobre la actividad			
Categoría	Ubicación	Descripción	
Documento	<i>Ubicación donde se tiene acceso a la fuente</i>	<i>Documentos utilizadas o generados, y bibliografía asociada</i>	
Persona		<i>Recursos humanos que participan en el desempeño de las actividades, como las personas externas a la organización que son consultadas o aportan conocimiento.</i>	
Sistemas de información		<i>Aquellos sistemas que son utilizados por el personal como bases de datos, software especializado, etc.</i>	
Herramientas		<i>Todas aquellas que permiten adquirir información o conocimiento sobre aspectos específicos, como grabaciones, videos, etc.</i>	

Para obtener los valores de las métricas con las que se evaluará el caso de estudio se generaron un conjunto de instrumentos para levantarlas, estos instrumentos están relacionados directamente con las plantillas utilizadas para la recolección de datos (Ver Anexo C) y se presentan en el Anexo M, en éste mismo anexo (M) también se detallan las unidades de análisis. A continuación se muestra un ejemplo de los formatos propuestos para definir y recolectar información sobre las métricas.

Tabla No. 10: métrica 1 para la evaluación del caso de estudio. (Definición)

Atributo a medir	Esfuerzo
Definición	<ul style="list-style-type: none"> Tiempo de realización de cada actividad durante la aplicación del método.

	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultades presentadas durante la aplicación del método.
Métricas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Duración 2. Cantidad de personas requeridas en la aplicación 3. Cantidad de inquietudes presentadas.
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Duración en minutos: número de minutos que tarda la aplicación de cada actividad del método, cuenta el tiempo que se utilice para seguir las sub actividades y el diligenciamiento de las plantillas asociadas. 2. Cantidad de personas requeridas por actividad: número de personas que participaron durante la ejecución del método. 3. Cantidad de inquietudes presentadas: Número de preguntas realizadas durante la aplicación del método.

Tabla No. 11: métrica 1 para la evaluación del caso de estudio. (Recolección)

Atributo	Esfuerzo
Métrica	Pregunta relacionada
Duración	No aplica: Se obtendrá de los documentos diligenciados durante la aplicación del método.
Cantidad de personas requeridas en la aplicación	No aplica: Se obtendrá de los documentos diligenciados durante la aplicación del método.
Cantidad de inquietudes presentadas.	No aplica: Se obtendrá de los documentos diligenciados durante la aplicación del método.

La recolección de algunas de las métricas como por ejemplo, el tiempo de aplicación del método, se realizó de manera paralela a la aplicación del mismo, otras de las métricas se recolectaron en una fase posterior a la aplicación del método.

Intervención. La aplicación del caso de estudio siguió el procedimiento de campo descrito anteriormente.

1. Preparación

1.1. Asignación de responsabilidades: se plantearon dos roles, el primero encargado de la contextualización del experto en el método de formalización para la actividad de estimación, y el segundo, encargado de la toma de métricas para la evaluación del caso de estudio. A continuación, se especifican las tareas específicas de cada rol durante la ejecución del caso de estudio.

- Rol contextualizador (RC): persona con capacidad de expresión verbal que explique a aquel que vaya a aplicar el método, todo lo correspondiente a formalización, estimación y características del método.

- Rol observador (RO): aquel que tomará los tiempos que tarda el experto para la aplicación de cada actividad del método, también es el encargado de consignar las inquietudes del experto, para su posterior análisis como métrica asociada al caso de estudio.

1.2. Se estableció el siguiente protocolo a seguir durante la ejecución del método:

- Contextualización del experto (RC)
- Entrega de instrumentos para la ejecución del caso de estudio: plantillas formalizar la actividad de estimación, y vista específica del método en estimación (RC).
- Inicio aplicación (RO): el rol asociado lleva el tiempo del desarrollo de cada actividad, este se controla entregando solo la plantilla asociada a dicha actividad, cuando el experto termine se entrega la siguiente. Además, debe responder a las dudas que tenga el experto, durante el diligenciamiento de las plantillas.
- Refinamiento y sugerencias (RC-RO), en esta parte se realizan sugerencias al experto, y se escucha su opinión acerca de la experiencia con el método, todo esto con el objetivo de obtener una retroalimentación.

NOTA: Los autores de la investigación ejercieron el rol auxiliar Gerente de proyecto (GP) con el fin de aplicar la actividad de preparación del método al experto estimador, en este caso el rol elicitor también fue cumplido por el experto.

2. Ejecución

Se dio inicio a la aplicación del método a través de una charla de contextualización explicando al experto conceptos importantes a tener en cuenta para una correcta aplicación del método, además se expuso el propósito del método, su estructura, funcionamiento, importancia y ventajas de aplicarlo.

3. Seguimiento

El observador consignó los diferentes aspectos para las métricas del caso de estudio: tiempo de cada actividad, inquietudes planteadas, sugerencias, entre otras. Además, estuvo pendiente de las posibles dudas que se presentaron para resolverlas al estimador. A continuación se presentan las tablas con las métricas recolectadas durante el seguimiento de la ejecución del caso de estudio.

Aspectos de evaluación cualitativos.

Atributo a evaluar: idoneidad.

Definición: grado con el cual las actividades del método facilitan la formalización de actividades.

Este atributo se evalúa teniendo en cuenta sugerencias recibidas, las cuales se categorizan de la siguiente forma:

- Aspectos que hicieron falta: sub actividades, productos de trabajo o características adicionales que podrían complementar el método.
- Aspectos irrelevantes: información que no se adecua al contexto de aplicación del método.
- Número de sugerencias: cantidad de sugerencias recibidas.

Una vez recolectada la anterior información, se espera poder realizar la respectiva retroalimentación que contribuya a determinar qué tan idóneo es el método, así como a descubrir aspectos de posible mejora del mismo.

En la intervención se deben realizar las siguientes preguntas:

- ¿Considera que las actividades propuestas en el método son suficientes y adecuadas para formalizar la estimación?
- Haga un listado de sub actividades o características (si las hay) que usted considera no se tuvieron en cuenta en el método y su actividad asociada.
- Haga un listado de las sub actividades o tareas que usted considera no son necesarias para formalizar la estimación.
- ¿Tiene alguna observación o sugerencias relacionada al método de formalización?

En la etapa de recolección se tuvieron los siguientes resultados:

- ¿Tiene alguna observación o sugerencias relacionada al método de formalización?
 - Plantillas más simples, con un lenguaje menos técnico.
 - Tener en cuenta aspectos que se están manejando actualmente en la dinámica del mercado, como por ejemplo: estimaciones más cortas para ganar licitaciones.
- Sugerencias asociadas a las sub actividades o características (si las hay) que usted considera no se tuvieron en cuenta en el método y su actividad asociada.
 - No. El experto expresó que la gran variedad de características con las que cuenta el método permite la formalización de conocimiento de manera completa.
- Sugerencias asociadas a las sub actividades o tareas que usted considera no son necesarias para formalizar la estimación.
 - No hay observaciones al respecto. El experto considera que las actividades propuestas son adecuadas para formalizar conocimiento.

Aspectos de evaluación cuantitativos.

Tabla No. 12: métrica 2 para la evaluación del caso de estudio. (Recolección)

Atributo	Esfuerzo
Métrica	Pregunta/actividad relacionada
Duración	<ul style="list-style-type: none"> Preparación: 20 minutos. Contextualización: 15 minutos. Elicitación: 18 minutos. Estructuración: 10 minutos.
Cantidad de personas requeridas en la aplicación del método	<ul style="list-style-type: none"> 1 estimador 2 Expertos para refinamiento
Cantidad de inquietudes presentadas	6

Tabla No. 13: métrica 3 para la evaluación del caso de estudio. (Recolección)

Atributo	Correctitud
Métrica	Pregunta relacionada
Cantidad de observaciones recibidas por parte de un experto conocedor de la actividad, diferente al que realizó la aplicación del método.	Ninguna, se han obtenido los resultados esperados.

A continuación se muestra la actividad de estimación de la empresa Oderlógica formalizada, después de haber aplicado todos los procedimientos de campo:

Tabla No. 14: Actividad de estimación de la empresa Oderlógica formalizada.

Nombre proyecto	Estimación genérica Oderlogica	Id	001
Fecha inicio	23/Octubre/2013	Fecha fin	23/Octubre/2013
Cantidad mano de obra	1 (estimador)		
Actividad que se formalizó	Estimación		
Descripción de actividad	Determinar el costo y tiempo aproximado del proyecto, con base en un análisis primario de las características del cliente y un análisis particular del producto a desarrollar.		
Elicitor	Yimmy Andrés Campo		
1. Elementos de contextualización			
La actividad de estimación se realiza con base en el conocimiento empírico adquirido			

en la participación de proyectos de producción de software. Se debe realizar una búsqueda en los históricos de proyectos de un proyecto cuyos parámetros sean aproximados o lo más parecidos posible al proyecto a desarrollar, todo con el objetivo de disminuir el margen de error de la estimación.

La estimación de costo y tiempo de un proyecto se puede agrupar en una única fase cuya ejecución se realiza al inicio del proyecto, esta fase es relativa al contexto en particular en el cual se ejecutará el proyecto, por lo que es importante tener en cuenta que si no se tiene experiencia en el área de negocio es recomendable contar con el asesoramiento de un rol experto. El punto de vista de un experto ayuda entre otras cosas a determinar el grado de complejidad del negocio, lo que se traduciría en términos técnicos en una ayuda a la hora de hacer un verdadero dimensionamiento del alcance y tamaño del proyecto.

Es un prerrequisito que la especificación de requisitos ya se haya realizado.

A continuación se listan las actividades a desarrollar:

- 1) **Contraste:** se realiza una búsqueda y posteriormente una comparación, de la comparación se obtienen estimados aproximados, si no se cuenta con un proyecto específico en el área se equipara con uno equivalente.
- 2) **Estimación:** Se oficializa la estimación y se negocia con el cliente, se genera un documento que agremie la estimación.

2. Roles

No aplica.

3. Procedimientos

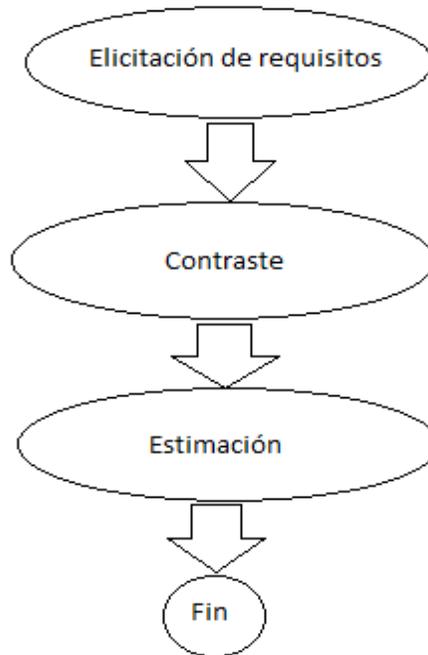
Sub actividad: Contraste	Sub actividad: Estimación
<p>Tópico: Comparación: la comparación de proyectos se puede realizar a través de la comparación directa de parámetros como por ejemplo el número de requisitos funcionales y no funcionales.</p>	<p>Tópico:</p>
<p>Procedural: con base en la experiencia en proyectos productivos se compara el proyecto actual para obtener una estimación aproximada.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Búsqueda de proyectos: utilizando las fuentes de conocimiento especificadas en la sección 4, se debe realizar una búsqueda detallada de proyectos de 	<p>Procedural: se realiza un promedio ponderado entre la estimación obtenida y el precio ofrecido por la competencia, si el precio ofrecido por la competencia es más bajo que la estimación realizada, se podría bajar el precio ofrecido siempre y cuando no hayan pérdidas para la empresa, a cambio se</p>

<p>similares características, también se deben tener en cuenta proyectos de los históricos que tenga la empresa (si hay).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comparación: se debe realizar comparaciones entre los proyectos encontrados con el proyecto a desarrollar en aspectos como: número de funcionalidades, complejidad de las funcionalidades, cantidad de personas a contratar, etc. • Selección: se seleccionan aquellos proyectos que cuyas funcionalidades se acerque más a lo requerido por el cliente, posteriormente se hace un estimado del tiempo requerido para la implementación de las funcionalidades, y se construye una propuesta para el cliente en términos de tiempo y costo. • Realizar una investigación sobre el valor que cobra la competencia por el desarrollo de una aplicación de similares características. 	<p>podría negociar con el cliente más tiempo para la entrega del producto. Si por el contrario, la estimación obtenida es más baja que la de la competencia, se podría subir el precio sin superar la oferta de la competencia. Finalmente se oficializa la estimación y se negocia con el cliente con base en ella.</p>	
<p>Episódico: se requiere realizar una aplicación software para el manejo de historias clínicas, los proyectos software en el sector salud brindan una guía clara sobre la complejidad y alcance del mismo.</p>	<p>Episódico</p>	
<p style="text-align: center;">4. Fuentes de conocimiento</p>		
<p style="text-align: center;">Título</p>	<p style="text-align: center;">Categoría</p>	<p style="text-align: center;">Descripción y ubicación</p>
<p>Software Estimation (McConnel)</p>	<p>Documento</p>	<p>El libro presenta un compendio de conocimientos y experiencias que resultan relevantes para el proceso de estimación.</p>
<p>Google</p>	<p>Sistema de información</p>	<p>Importante para contextualizarse con proyectos de magnitud similar y contrastar su proceso productivo.</p>
<p style="text-align: center;">5. Artefactos de salida</p>		
<p>Documento compendio con información de la estimación. (Copia de la estimación resultante)</p>		
<p style="text-align: center;">6. Lecciones aprendidas</p>		
<p>Título: Aprovechamiento de la experiencia.</p>		

Lección: Utilizar la experiencia como base para la estimación futura.

Lección: Contar con un panel de expertos en el nicho de negocio, puede ayudar a tener más clara el alcance de la aplicación, y por consiguiente redundar en una estimación más acertada.

7. Modelado global de la actividad



Lista de ideas de mejora		Viabilidad
1	Se recomienda estimar al menos 3 veces: en la etapa de viabilidad, en la etapa de requisitos y en la etapa de desarrollo.	
2	Generar un repositorio de estimaciones de proyectos pasados.	
3	Generar una tabla en donde contraste el tipo de proyecto, su tamaño, cantidad de requisitos y estimación, con el objetivo de generar insumos para mejorar la precisión de futuras estimaciones.	
4		

Análisis.

Haciendo referencia a la métrica de idoneidad del método para formalización se obtuvieron los siguientes resultados: según la experiencia del experto durante la ejecución del caso de estudio, quien en primer lugar fue contextualizado en el método durante la actividad de preparación para posteriormente llenar las plantillas asociadas. El método constituye una herramienta suficiente para la formalizar la actividad de estimación, dado que el experto pudo plasmar de manera explícita su conocimiento tácito como conocimiento tópico, procedural y episódico, así como las fuentes de

conocimiento necesarias para realizar la estimación, lo cual hace parte de los objetivos del método. El experto no considero actividades como innecesarias, ni tampoco actividades faltantes, lo cual evidencia que el método le permitió formalizar satisfactoriamente la estimación. Como el método de estimar del experto se basa en su experiencia y analogías, alguien que tome este conocimiento formalizado de estimación, tendrá una buena guía para realizarla, pero probablemente no obtenga un alto grado de precisión en la estimación que realice.

Por otra parte, el experto sugirió que debería tenerse en cuenta una sección para consignar las particularidades del mercado, como por ejemplo el fenómeno en el cual las estimaciones reales son recortadas con el fin de obtener una determinada licitación, o un cliente. Sin embargo, esto puede ser consignado en el conocimiento procedural de cómo el experto realiza su estimación, o como una fase específica de su actividad de estimación. Además, esta sugerencia podría tenerse en cuenta como una sección adicional, ya que las plantillas propuestas son solo una guía.

Para analizar el esfuerzo y teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la tabla 12 (métrica de esfuerzo), se logra visualizar que en general los tiempos requeridos para la aplicación del método son bajos (63 minutos en total), lo cual refleja la facilidad de uso de las plantillas propuestas. Teniendo en cuenta la rapidez con la que se logró aplicar el método y el bajo número de preguntas que surgieron durante la aplicación del mismo, se puede decir que se ha respondido de manera favorable a la *pregunta complementaria PC2*.

Relacionado con la métrica de correctitud, no se obtuvieron observaciones por parte del experto, además éste manifestó que el método sí le permitió formalizar su actividad de manera correcta, se puede afirmar entonces que se obtuvo un resultado positivo para ésta métrica, respondiendo de manera favorable a la *pregunta complementaria PC1*.

Por lo propuesto anteriormente se considera que el método para formalizar la estimación sí es idóneo para formalizar conocimiento en pequeñas organizaciones. (Respondiendo a la *pregunta de investigación principal*)

Plan de validación.

-Perfil del experto: El experto para la aplicación del método es una persona con 18 años de experiencia en el desarrollo de software, profesional en el área de ingeniería de sistemas desde hace 15 años, 10 años de trabajo en el sector empresarial, éstas características indican que el experto seleccionado tiene un perfil idóneo para realizar la aplicación del método.

Limitaciones del estudio.

- A pesar del bajo número de preguntas que surgieron durante la aplicación del método, se logró observar que debido al poco conocimiento o interiorización de la vista específica del método, se dificultó el entendimiento de algunas secciones de las plantillas.

- El que no hayan surgido mayores observaciones con respecto al resultado obtenido, no permite realizar un análisis más profundo relacionado con posibles oportunidades de mejora del método.
- El tamaño de la población (1 caso de estudio) puede limitar el poder de generalización de los resultados obtenidos. Aunque el perfil del experto elegido es idóneo para la aplicación del método, el número de participantes del caso de estudio es un porcentaje bajo de la población en general.

Discusión. El experto quien participó en la aplicación del método en la sección posterior a la ejecución, manifestó que el método para formalización de la estimación constituye una herramienta suficiente e idónea para plasmar su conocimiento tácito en estimación. Además, el haber obtenido resultados positivos en las métricas tomadas permite verificar que las características deseadas para el método son las adecuadas.

El caso de estudio permitió descubrir aspectos como la correlación que hay entre el entendimiento de las plantillas y el conocimiento del método. Se espera que mediante el uso de aplicación software se facilite aún más el diligenciamiento de las plantillas, y así volver más ágil la formalización de actividades, en pro de adecuarse a la dinámica real de las pequeñas organizaciones.

6. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

En éste capítulo se muestran las conclusiones finales de la investigación realizada, así como los posibles trabajos futuros que podrían surgir a partir de ésta investigación.

6.1 Resumen

Este trabajo de investigación presenta un método para guiar la formalización de actividades al interior de una empresa software, cuya construcción partió de un análisis de la literatura relacionada tanto con formalización de procesos como de estimación de software. También se presentó una descripción detallada y gráfica de los principales componentes del método propuesto. El método fue construido siguiendo la dimensión de externalización de gestión del conocimiento, para extraer conocimiento explícito del conocimiento tácito presente en las personas por medio de diferentes técnicas de adquisición de conocimiento. Finalmente, se mostró la aplicación del método en un caso de estudio, a partir del cual se evidenció que el método propuesto es idóneo para pequeñas empresas de desarrollo de software.

6.2 Conclusiones

- Al estudiar el mundo de la estimación de proyectos software salen a flote una serie de problemas asociados a esta como: complejidad, falta de experiencia, o falta de formalización, aspectos que hacen que ésta sea una disciplina particularmente difícil de abordar, pero dada su importancia, ha sido objeto de esta investigación con el objetivo de generar una herramienta que permita a las VSEs, formalizar su actividad de estimación y de esta forma poder mejorarla de manera progresiva. Dicha herramienta es el método para formalización de la estimación que fue construido, que permite llevar a un plano formal la estimación de manera completa, sin ser restrictivo, al brindar la posibilidad de adicionar aspectos que la organización considere necesarios.
- En la actualidad, entre los países productores de software se ha intensificado la aceptación de normas y modelos internacionales como CMMI o ISO 9001 que permitan a las VSEs implantar mejores prácticas que les permitan aumentar su competitividad y productividad. Sin embargo, aquellas empresas que son nuevas en la industria o aquellas que son pequeñas y no manejan capitales muy altos no tienen la posibilidad de implantar alguno de éstos modelos y normas de manera inmediata. Es por esto que se hace necesario que las empresas cuenten con alternativas viables (en tiempo y recursos) que les permitan encaminarse hacia estos enfoques de mejoramiento que proponen éstas normas y modelos. De ahí que el método propuesto puede verse como un primer paso para que las VSEs logren formalizar sus procesos y a futuro implantar un modelo de calidad reconocido.

- Para las VSEs que en gran porcentaje realizan sus actividades de manera ágil sin prestar mucha atención a la robustez de sus procesos, la formalización representa una oportunidad de reaccionar de manera oportuna ante el cambio y la dinámica del mercado, alineando el producto con la calidad de las actividades o procesos formalizados, además de tornarse en una ventaja competitiva en innovación ante la oportunidad de mejorar sus procesos definidos de manera continua. El método propuesto permite formalizar actividades en general, desde el punto de vista de las necesidades futuras de información, las cuales fueron analizadas desde un enfoque de gestión de conocimiento.
- El caso de estudio construido para evaluar el método, fue diseñado con el objetivo de medir de manera objetiva aspectos como la idoneidad, esfuerzo y correctitud del método diseñado. Los resultados obtenidos a partir de la aplicación del caso de estudio fueron positivos, no obstante la correcta aplicación del método mediante las plantillas asociadas, está supeditada a la previa comprensión de la vista específica del método propuesto.
- El método construido sienta unas bases para que las empresas puedan iniciar un proceso de mejoramiento y competitividad en las distintas áreas que maneje una VSE, a través de la adaptación del método a éstas. Con el método propuesto se pudo comprobar la importancia de llevar a un plano formal el quehacer diario de cualquier VSE, ya que cuando se realiza un correcto proceso de formalización se puede, entre otras cosas: eliminar dependencias de las VSEs hacia sus empleados; guiar a las VSE hacia un enfoque de procesos; mejorar productividad a través de la sistematización de algunos procesos o actividades; entre otros.
- Después de haber estudiado literatura asociada a las temáticas en estimación, formalización, y gestión de conocimiento, la investigación se enfocó hacia un método para formalizar la estimación, soportado por elementos y técnicas de gestión de conocimiento, con el objetivo de hacer una adecuada adquisición del conocimiento tácito presente en el personal que realiza la actividad. De manera rigurosa, se estudiaron diferentes referentes que permitieron la construcción del método, se depuraron y como resultado se obtuvieron las actividades asociadas al método que posteriormente se estructuró de manera completa a través de la plantilla de COMPETISOFT y, por último se aplicó el método en un caso de estudio para su evaluación. Dado que todo el proceso de investigación fue detallado, documentado y evaluado, se considera que el método y toda la documentación resultado de la investigación son válidos y pueden ser de interés para la comunidad que investiga en temáticas de: mejora de proceso para pequeñas organizaciones, estimación, y formalización de actividades. Además, se espera que las pequeñas organizaciones prueben el método y sea de ayuda en la formalización de las diferentes actividades del ciclo de vida de producción de sus productos software.

6.3 Recomendaciones

- Es importante para el desarrollo de una investigación contar desde un principio con una metodología de trabajo definida, a partir de la cual se empiecen a estructurar elementos que le den mayor formalidad a todo el trabajo de investigación, elementos como por ejemplo la generación de fichas bibliográficas, bitácoras de trabajo, ordenamiento y clasificación de documentación.
- Se debe ser minucioso en la búsqueda de la bibliografía, recurriendo a las diversas plataformas y bases de datos especializadas para la búsqueda de artículos científicos, y en muchos casos adquirir libros que puedan brindar de manera clara conceptos y aportes en la temática a investigar. Esta etapa puede tomar bastante tiempo, y más si es una temática emergente en el área de la ingeniería de software.
- Se debe tener clara la metodología de investigación enfocada siempre en los objetivos de proyecto. Si se piensa que no se tiene un rumbo claro en algún momento, es recomendable hacer un alto y hacer una discusión con el director de la investigación sobre los impases, esto con el fin de ser más eficientes y enfocar los esfuerzos en tareas que aporten en el avance de proyecto y cumplimiento de los objetivos
- Es viable plantear varias opciones para realizar la validación de la investigación ya que en algunos casos si se dificulta la aplicación de alguna, se cuenta con otra(s) alternativa que permitan que el calendario del proyecto no sea alterado.
- Es importante anexar a los resultados obtenidos durante la investigación, todos los insumos generados de tal forma que éstos sirvan como soporte a los resultados finales obtenidos y como apoyo a las conclusiones generadas al final de la investigación.
- La utilización del método de caso de estudio sirve como un primer acercamiento a lo que es la aplicación de un planteamiento teórico en un ambiente real (en este caso el método), dando la posibilidad de poder identificar fortalezas y aspectos a mejorar.

6.4 Trabajos futuros

- Dado el análisis que se realizó posterior al caso de estudio, se observó que el lenguaje utilizado en el método y las plantillas es muy técnico en algunas secciones, de ahí que se vea la oportunidad de refinarlo y así brindar al lector un método en un lenguaje más amigable para lograr un trabajo más fluido durante la aplicación del método. Es posible que las plantillas propuestas puedan ser estructuradas en un documento mucho más detallado y de esta manera hacerlas más usables.

- Por otra parte, dadas las restricciones en cuanto a alcance del proyecto, no fue posible realizar una evaluación de usabilidad del prototipo software “Formals”, por lo que queda como un trabajo futuro realizar su evaluación en pro de mejorar en estos aspectos.
- Como trabajo de investigación futuro y de interés para la comunidad académica y empresarial, se plantea analizar qué tan alienado está el método propuesto con diferentes modelos de calidad, y de esta forma evaluar el porcentaje de avance que se tendría en estos modelos al aplicarlo. Posterior a este trabajo, se abre un abanico para alinear el método con modelos y estándares de calidad.
- Dado el alcance del proyecto no fue posible realizar más actividades de evaluación del método, por lo cual sería de interés poder evaluarlo en otros casos de estudio o a través de otros métodos de evaluación.
- Implementar un módulo para el prototipo software que permita exportar a un formato estándar (como por ejemplo XML) la información de un proyecto, para poder posteriormente manipularla y adaptarla a un lenguaje de modelado adecuado.

Reflexión sobre el caso de estudio: caso estudio, método, la construcción de la herramienta

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M. Piattini, F. Garcia, I. Rodríguez y F. Pino, *Calidad De Sistemas de Información*, vol. 1, Ra-Ma, 2011, p. 79.
- [2] A. Fuggeta, «Software Process: A roadmap. The Future of Software Engineering,» ed. A. Finkelstein ACM, pp. 27-34, 2000.
- [3] Software Productivity Consortium Services Corporat, *Process Definition And Modeling Guidebook*, Rock Hill Road, 1994.
- [4] G. Salazar B, «Estimación de proyectos software: un caso práctico,» *Ingeniería y Ciencia*, vol. 5, nº 9, pp. 123-143, Junio de 2009.
- [5] Project Management Institute, Inc., *GUIA DE LOS FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS (GUÍA DEL PMBOK)*, McGraw-Hill, 2008.
- [6] A. Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas, «FRENTE A LOS TLC: ORGANIZAR LA EMPRESA PARA PODER COMPETIR,» 29 03 2012. [En línea]. Available: <http://www.fedesoft.org/noticiastic/frente-los-tlc-organizar-la-empresa-para-poder-competir>.
- [7] R. Pressman S, *Ingeniería del Software, un enfoque práctico*, Mc Graw Hill, 2006.
- [8] S. Grimstad, «Understanding of Estimation Accuracy in Software Development Projects,» *IEEE international Software Metrics Symposium*, 2005.
- [9] P. Pytel, P. Britos y R. García Martínez, «VIABILIDAD Y ESTIMACIÓN DE PROYECTOS DE EXPLOTACIÓN DE INFORMACIÓN,» de *XIV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, 2012.
- [10] R. G. Carrión , H. H. Rendón y M. V. Cabezas, «Desarrollo de un código de métricas para pequeñas empresas ecuatorianas desarrolladoras de software,» 02 2009.
- [11] F. C. d. I. I. d. S. y. T. Relacionadas, «FEDESOFTE,» Fedesoft, 24 01 2012. [En línea]. Available: <http://www.fedesoft.org/novedades/software-sector-pyme-que-promete>.
- [12] J. Garzas, F. J. Pino, M. Piattini y C. Fernández, «An Organizational Maturity Model for the Spanish Software Industry based on ISO standards,» *Elsevier Editorial System(tm) for Journal of Systems and Software*.
- [13] H. J. Oktaba, M. E. Morales Trujillo y M. Dávila Muñoz, «KUALI-BEH: Software Project Common Concepts,» vol. Revised Submission – Version 1.1.
- [14] G. Kebede, «Gestión de conocimiento: una perspectiva en ciencias de la información,» *International Journal of Information Management*, Octubre de 2010.
- [15] L. Zhi-guo y Cui-jian, «Improve Technological Innovation Capability Of Enterprises Through Tacit Knowledge Sharing,» de *2012 International Workshop on Information and Electronics Engineering (IWIEE)*, Enero de 2012.
- [16] J. Capote, C. J. Llanten Astaiza, C. J. Pardo Calvache, A. d. J. Gonzáles Ramírez y C. A. Collazos, «Gestión del conocimiento como apoyo para la mejora de procesos software en las micro, pequeñas y medianas empresas,» *REVISTA INGENIERÍA E INVESTIGACION*, vol. 28, nº 1, pp. 137-145, 04 2008.

- [17] J. T. Marchewka, «INFORMATION TECHNOLOGY PROJECT MANAGEMENT: Providing Measurable Organizational Value,» Enero 2009.
- [18] W. R. King, «Knowledge management and organization learning,» *Springer*, vol. 4, p. 134, 2009.
- [19] Competisoft, Mejora de procesos software para Pequeñas y Medianas Empresas y Proyectos, 2008.
- [20] International Organization for Standardization, *ISO/IEC 12207:2007 - Systems and software engineering - Software life cycle processes*, EE.UU.
- [21] Software Engineering Institute (SEI), Guía para la integración de procesos y la mejora de productos CMMI, Pittsburgh: SEI.
- [22] S. McConnell, Desarrollo y gestión de PROYECTOS INFORMATICOS, España: McGraw-Hill, 1996.
- [23] M. Piattini, J. Calvo y J. Cervera, Análisis Y Diseño de Aplicaciones Informáticas De Gestión, España: Ra-Ma, 2006.
- [24] S. Tahir, T. Basit, M. Anis-ul-haque, A. Mushtaq y C. Anwar, KNOWLEDGE MANAGEMENT PRACTICES ROLE OF ORGANIZATIONAL CULTURE, vol. 17, Proceedings of ASBBS, 2010.
- [25] B. Choi, S. K. Poon y J. G. Davis, Effects of knowledge management strategy on organizational performance Acomplementarity theory-based approach, vol. 36, Omega, 2006.
- [26] A. Gopesh , b. Ward y T. Mohan, «Role of explicit and tacit knowledge in six Sigma projects: An empirical examination of differential project success,» *Journal of Operations Management*, 2007.
- [27] F. Olav y T. Dingsoyr, «Knowledge management in software engineering: A systematic review of studied concepts, finding methods used,» *Information and Software Technology*, vol. 50, 2008.
- [28] L. Kanapeckiene, A. Kaklauskas, E. K. Zavadska y M. Seniut, «Integrated knowledge management model and system for construction projects,» *Journal of Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 23, pp. 1200-1215, 2009.
- [29] Y. F. Li, M. Xie y T. N. Goh, «A study of project selection and feature weighting for analogy based software cost estimation,» *Journal of Systems and Software*, vol. 82, nº 2, pp. 241-252, 2009.
- [30] M. Jorgensen y M. Shepperd, «A Systematic REview of software Development cost Estimation Studies,» *IEEE Transactions on software Engineering* , vol. 33, nº 1, pp. 33-53, 2007.
- [31] C. Mizell y L. Malone, «A Project Management Approach to Using Simulation for Cost Estimation on Large, Complex Software Development Projects,» *Engineering Management Journal*, vol. 19, nº 4, pp. 30A-36A, 2007.
- [32] S. Choi, S. Park y V. Sugumaran, «A rule-based approach for estimating software development cost using function point and goal scenary based requeriments,» *Expert Systems with Applications*, vol. 39, nº 1, pp. 406-418, 2012.
- [33] R. d. A. Araújo, A. L. Oliveira y S. Soares, «A shift-invariant morphological system for software development cost estimation,» *Expert Systems with Applications*, vol.

- 38, nº 4, pp. 4162-4168, 2011.
- [34] A. Magazinius, S. Borjesson y R. Feldt, «Investigating International Distortions in software cost Estimation - An Exploratory Study,» *Journal of Systems and Software*, nº 0.
- [35] Y. Zheng, Y. Zheng, B. Wang y L. Shi, «Estimation of software projects effort based on function point,» *IEEE Computer Society*, 2009.
- [36] U. Passing y M. Shepperd, «An experiment on software project size and effort estimation,» *IEEE Computer Society*, nº 0, 2002.
- [37] M. Ochodek, J. Nawrocki y K. KwarciaK, «Simplifying effort estimation based on Use Case Points,» *Information and Software Technology*, vol. 53, nº 3, pp. 200-213, 2011.
- [38] A. L. Pérez, L. Gonzáles, A. Duque, F. Millane y G. Ospina, «Modelo para la estimación temprana de esfuerzo en proyectos de software, incorporando información de proyectos similares,» *Avances en Sistemas e Informática*, vol. 3, nº 2, pp. 65-70, 2006.
- [39] V. Bogado, G. Dapozo y R. G. Martínez, «ESTIMACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS DE SOFTWARE BASADA EN EXPLOTACIÓN DE INFORMACIÓN,» *Proceedings XIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, pp. 616-620, 2011.
- [40] L. A. Laranjeira, «Software Size Estimation of Object-Oriented Systems,» *IEEE TRANSACTIONS ON SOFTWARE ENGINEERING*, vol. 16, nº 5, pp. 510-522, 1990.
- [41] H. Wang, F. Peng, C. Zhang y A. Pietschker, «Software Project Level Estimation Model Framework based on Bayesian Belief Networks,» *Sixth International conference on Quality Software*, 2006.
- [42] H. Galal, E. Galal, A. Kamel y H. Moussa, «Applying an Estimation Framework in Software Projects: A local Experience,» *The 7th International Conference on Informatics and Systems*, pp. 1-9, 2010.
- [43] Z. Jun-guang, «Method Study of Software Project Schedule Estimation Guide,» *4th International Conference: Communications, Networking and Mobile Computing*, pp. 1-4, 2008.
- [44] N. Condori-Fernandez, M. Daneva, L. Buglione y O. Ormanjieva, «Experimental Study Using Functional Size Measurement in Building Estimation Models for Software Project Size,» *Eighth ACIS International Conference on Software Engineering REsearch*, pp. 276-282, 2010.
- [45] K. Schneider, «Experience and knowledge management in software engineering,» *Springer Verlag Berlin Heidelberg*, p. 142, 2009.
- [46] «Extreme Programming XP,» Octubre 2013. [En línea]. Available: <http://www.extremeprogramming.org>.
- [47] B. Pearl, B. Kitchenham, D. Budgen y L. Zhi, «Using a Protocol Template for Case Study Planning,» *12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*, 2008.
- [48] R. K. Yin, «CASE STUDY RESEARCH Design and Methods,» *International*

Educational an Professional Publisher, 2003.

- [49] R. E. Stake, *Investigación con estudio de casos*, 2 ed., Madrid: EDICIONES MORATA.
- [50] A. Díaz de Salas, V. M. Mendoza y C. M. Porras, *UNA GUIA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE CASO*, México: RAZÓN Y PALABRA, 2011.
- [51] G. Salazar B., «Estimación de proyectos software: un caso práctico,» *Ingeniería y Ciencia*, vol. 5, nº 9, pp. 123-143, Junio de 2009.
- [52] M. Piattini, F. García, I. Rodríguez y F. Pino, *Calidad De Sistemas de Información*, vol. 1, Ra-Ma, 2011, p. 206.
- [53] Software Productivity Consortium Services Corporat, *Process Definition And Modeling Guidebook*, Rock Hill Road, 1994, p. 34.
- [54] M. Piattini, F. García, I. Rodríguez y F. Pino, de *Calidad De Sistemas de Información*, vol. 1, Ra-Ma, 2011.