

La Gestión del Conocimiento Aplicada en la Ingeniería de Requisitos: Un Caso de Estudio en Ecuador

Cecilia Hinojosa, Geovanny Raura, Efraín R. Fonseca C., and Oscar Dieste

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador
Universidad Politécnica de Madrid, España
{cmhinojosa, jgraura, erfonseca}@espe.edu.ec
odieste@fi.upm.es

Abstract. — *Antecedentes:* La Gestión del Conocimiento (GC) busca el mejoramiento de los procesos de negocio de una organización, a través de la incorporación de nuevas experiencias e información y su adecuado uso para la toma de decisiones. La GC presenta un alto grado de concordancia con la Ingeniería de Requisitos (IR) entre sus atributos de calidad y las fases de su proceso. Por lo tanto, la GC podría perfectamente ayudar a la realización de la IR. *Objetivo:* Se propone REQ-KM, una técnica para el análisis de requisitos de software basada en gestión del conocimiento, en procura de la mejora de la calidad y efectividad de los requisitos. REQ-KM basa su procedimiento en la determinación de la validez y utilidad de la información recolectada en la elicitación de requisitos. *Metodología:* El método utilizado para desarrollar REQ-KM partió de un estudio comparativo de los conceptos y procesos fundamentales de la IR y la GC, para determinar elementos coincidentes y divergentes. Dicho análisis permitió incorporar aspectos de la GC que no han sido consideradas antes en la IR, como por ejemplo: análisis de la calidad de las fuentes de información, contraste de la lista de requisitos resultantes de la elicitación con mapas mentales o conceptuales del dominio del problema, etc. REQ-KM fue validada en una empresa ecuatoriana de desarrollo de software, siguiendo los lineamientos del método empírico de caso de estudio. *Resultados:* La aplicación de REQ-KM en el proceso de ingeniería de requisitos resultó beneficiosa de acuerdo al criterio de los practitioners, quienes evidenciaron una mejora en el proceso de análisis de requisitos y obtuvieron requisitos que cumplen con un mayor número de atributos de calidad. *Conclusiones:* La incorporación de conceptos de GC al proceso de IR permite mejorar la calidad de los requisitos frente a lo conseguido con aproximaciones tradicionales de la IR.

Keywords: Ingeniería de requisitos, Gestión del conocimiento, Análisis de requisitos, Ingeniería de Software, Caso de Estudio

1 Introducción

La Ingeniería de Requisitos (IR) es un proceso cooperativo, iterativo e incremental [1], en el que se descubren, analizan, documentan, comunican, validan y gestionan las características o restricciones operativas y funcionales que se esperan de un sistema software [2]; las cuales deben ser completas y consensuadas entre los stakeholders [3].

La IR es una de las fases más crítica del proceso de desarrollo de software, debido básicamente a la distinta procedencia de los stakeholders y a la complejidad y heterogeneidad de los escenarios que pueden plantearse [4]. Según Hofman & Lehner [5], una adecuada obtención de los requisitos podría ser la parte más importante y difícil de un proyecto de software; siendo su mala calidad uno de los principales factores que motivan el fracaso de los proyectos de software [6,7]. De acuerdo a la problemática planteada, parecería ser que las técnicas de análisis de requisitos conocidas, tales como: check list de análisis, matriz de interacción, modelamiento conceptual, entre otras; no han resultado suficientes para asegurar la calidad de los requisitos [8].

La Gestión del Conocimiento (GC) es un proceso cíclico mediante el cual se captura, analiza, organiza, almacena, difunde y crea nuevo conocimiento, con el fin de mejorar procesos, organizaciones o resolver problemas en cualquier ámbito [9]. El presente estudio propone la técnica REQ-KM para el análisis de requisitos basada en la gestión del conocimiento, la cual se basa en un conjunto de actividades enfocadas en facilitar la comprensión de las necesidades y expectativas de los stakeholders. REQ-KM consiste en gestionar el conocimiento del dominio del problema en base a la determinación de la validez y utilidad de la información y los datos recolectados durante el proceso de elicitación.

La técnica REQ-KM se sometió a una validación en una empresa de desarrollo de software en Ecuador, siguiendo los lineamientos del método empírico de caso de estudio. En términos generales, los resultados de la validación de la técnica obtuvieron un alto grado de aceptación por parte de los profesionales, quienes consideraron a REQ-KM beneficiosa para el análisis de requisitos.

El artículo está estructurado de la siguiente forma. En la Sección 2 se detallan los antecedentes que evidencian la necesidad de mejora de la IR y las posibilidades que a este respecto brinda la GC. En la Sección 3 se realiza el análisis comparativo entre la IR y la GC, con el propósito de determinar similitudes y diferencias entre los atributos de calidad de los requisitos y los conocimientos; así también, entre los procesos de las dos disciplinas. En la Sección 4 se describen a detalle las actividades que conforman la técnica REQ-KM. La validación de la técnica REQ-KM siguiendo los lineamientos del método empírico de caso de estudio, se describe en la Sección 5. Finalmente, se presentan las conclusiones en la Sección 6.

2 Antecedentes

La IR es una de las fases más críticas del proceso de desarrollo software [4]. Los errores detectados y corregidos en esta fase son menos costosos y fáciles de

solventar. Sin embargo, si dichos errores no son solucionados de forma intensiva en esta fase, el costo de corrección será mucho más alto en fases posteriores [10], lo que apareja una alta probabilidad de que el producto software resultante sea de baja calidad. De hecho, uno de los principales factores para el fracaso de un proyecto de desarrollo de software radica en la mala calidad de los requisitos [6].

En los últimos años, varios reportes de consultoras destacan un incremento en la tasa de éxito de los proyectos en este ámbito. Sin embargo, este incremento no es muy significativo desde la perspectiva de los stakeholders. Por ejemplo, el informe de la consultora Standish Group denominado “Chaos Report 2013” el cual manifiesta que, si bien hay un incremento en la tasa de éxito de los proyectos, respecto de los datos obtenidos en su primer estudio en 1995, los datos todavía son preocupantes. Cita que el 39% de los proyectos de desarrollo de software se pueden considerar exitosos, ya que fueron entregados a tiempo, dentro del presupuesto, con las características necesarias y la funcionalidad acordada. Sin embargo, el 43% de proyectos fueron entregados fuera de plazo, excedieron su presupuesto y no cubrieron la totalidad de las características y funciones. Finalmente, el 18% de los proyectos fueron cancelados. En este mismo estudio se puntualiza que el principal factor para el fracaso de un proyecto de desarrollo de software radica en la mala calidad de los requerimientos [6].

Considerando que “el conocimiento es el objeto de la comprensión” [11], que es una mezcla de experiencia, valores, información y “saber hacer”, que sirve como marco para la incorporación de nuevas experiencias e información, y que es útil para la acción [12], creemos que la mejora en la calidad de los requisitos tiene estrecha relación con la adecuada gestión del conocimiento que se realice en un proyecto de desarrollo de software.

Si bien algunos autores han mencionado la relación entre las actividades de la Ingeniería de Software y la Gestión del Conocimiento, esta relación no ha sido determinada de forma explícita en la literatura. Así por ejemplo, Robillard [13] afirma únicamente que la Ingeniería de Software es intensiva en conocimiento. Por otro lado, Anquetil et al. [14] indican que para el desarrollo y mantenimiento de software se requiere tener un buen conocimiento del: dominio de la aplicación, problema a resolver, clientes, usuarios, entre otros; sin embargo, no estudian la relación entre las dos disciplinas.

Tomando en consideración los bajos niveles de calidad que presentan los productos software en la actualidad, se podría indicar que el nivel de gestión de conocimiento requerido para el desarrollo de un producto software de mejor calidad, es difícil de alcanzar.

La ejecución de actividades organizadas en un esquema de fases bien definidas, relacionadas y concatenadas conducen a una adecuada GC. Por lo tanto, creemos que el aporte de la GC en la IR conduciría a una mejora en la calidad del producto software. Desde esta perspectiva, se justifica la pertinencia de esta investigación, la cual parte de un estudio comparativo de la IR y la GC, para determinar sus similitudes y diferencias, con el propósito de desarrollar una técnica que integra a la IR las buenas prácticas de la GC.

3 Análisis Comparativo

La GC y la IR son dos disciplinas que han sido estudiadas desde ópticas aisladas, sin que sus definiciones, procesos y características hayan sido relacionadas. En este estudio se propone la técnica REQ-KM para el análisis de requisitos basada en la IR tradicional, mejorada con la adición de buenas prácticas de la GC.

REQ-KM fue desarrollada mediante un análisis comparativo de las fases, actividades y atributos de calidad del proceso de la IR versus los del proceso de GC. La comparación se llevó a cabo con el propósito de identificar similitudes y diferencias entre los elementos de los procesos mencionados, para aprovechar las bondades de las buenas prácticas de la GC en la IR.

Para determinar la similitud entre los atributos de calidad de los requisitos [15] y conocimientos [16], se establecieron las correspondencias entre los parámetros de calidad. Se encontró que existe un alto grado de concordancia entre los atributos de calidad de los conocimientos y los requisitos, como se puede apreciar en la Figura 1.

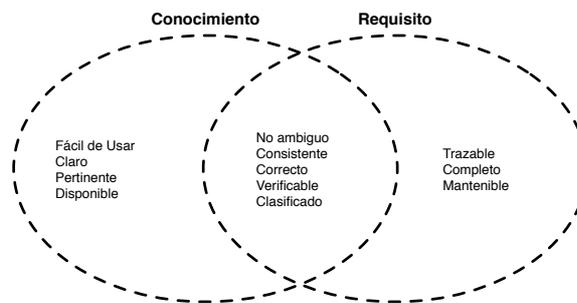


Fig. 1. Atributos de Calidad de los Conocimientos y de los Requisitos de Software

Uno de los factores críticos para la toma de decisiones y la solución de problemas en general, es la calidad de los conocimientos [16]. La calidad de los conocimientos depende de las fuentes y de la manera en que se procesa la información. A la hora de determinar si un conocimiento es de calidad, se deben evaluar su utilidad y su validez. De igual manera, se deben evaluar la utilidad y validez de los requisitos para desarrollar un producto software que cumpla con las expectativas de los stakeholders.

El conocimiento adicionalmente especifica: claridad, pertinencia y disponibilidad. La **claridad** se refiere al esfuerzo que debe emplear el conocedor para comprender un conocimiento. Si se encuentra representado o expresado de manera incomprensible, el conocimiento resulta de poca utilidad. La **pertinencia** indica que si el conocimiento analizado no es relevante para la solución del problema, o se encuentra fuera de contexto, tampoco es de utilidad. La **disponibilidad** indica que si un conocimiento no se encuentra disponible, no puede ser usado.

El análisis de los atributos de calidad realizado, evidencia su relevancia para una adecuada GC, por lo que nos resulta extraño que en la IR no se hayan preocupado mayormente en la claridad, pertinencia y disponibilidad de los requisitos. Es decir, si un requisito no es claro, pertinente y disponible, tampoco podrá ser considerado como válido y útil.

Los procesos de la IR y la GC son cíclicos, iterativos e incrementales. En el caso de la IR no es posible obtener requisitos de calidad en una sola iteración, sin tener que volver atrás en algún punto del proceso. De igual manera en la GC no se pueden garantizar la calidad de los conocimientos sin regresar en algún momento a las fases anteriores. Para el análisis comparativo de los procesos de las dos disciplinas se ha tomado para la IR la propuesta del SWEBOK (Software Engineering Body of Knowledge) [17] y para la GC el modelo planteado por Jackson [18]. Los procesos se encuentran representados en la Figura 2.

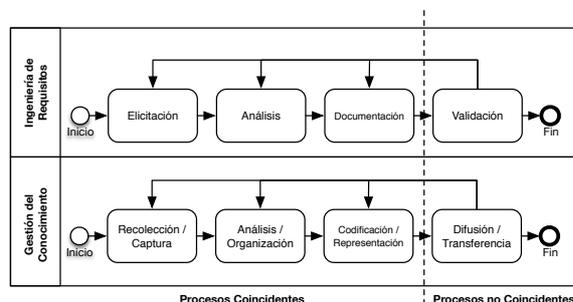


Fig. 2. Procesos de la Ingeniería de Requisitos y Gestión del Conocimiento

Como se puede apreciar, tanto el proceso de gestión del conocimiento, como el proceso de ingeniería de requisitos tienen un alto grado de coincidencia. Las tres primeras fases son similares. Las diferencias se manifiestan únicamente en que la gestión del conocimiento incluye la difusión o transferencia del conocimiento y en que el proceso de ingeniería de requisitos propone de manera explícita la validación. Dada la similitud existente entre la IR y la GC, en esta investigación se propone la técnica REQ-KM para el análisis de requisitos, la cual integra las buenas prácticas de la gestión del conocimiento.

4 Descripción de la Técnica REQ-KM

La técnica REQ-KM se enfoca en el análisis de requisitos con el propósito de establecer si la información recolectada en la elicitación es válida y útil y gestionar el conocimiento del dominio del problema.

La Figura 3 muestra el conjunto de actividades diseñadas para tamizar los requisitos candidatos; es decir, discriminar los verdaderos requisitos de los que

no lo son. De esta manera será posible intervenir oportunamente, minimizar el trabajo duplicado y disminuir los costos del proyecto.

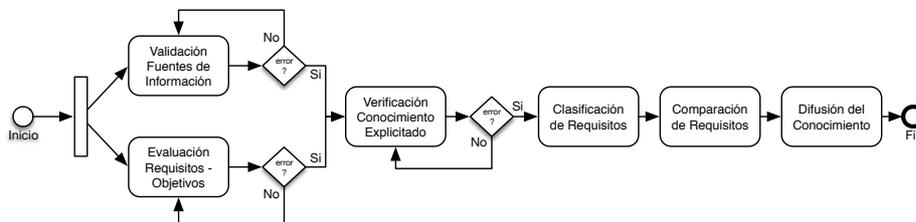


Fig. 3. Actividades de la Técnica REQ-KM

El análisis de los diferentes elementos considerados en la técnica, propicia desde una perspectiva holística e integradora, la comprensión global del sistema, la reflexión de los objetivos del sistema, y cómo cada requisito aporta al cumplimiento de los mismos. A continuación se detallan las actividades propuestas.

– **Analizar las fuentes de información**

Esta actividad corresponde a las tareas de investigación que el analista de requisitos realiza para asegurar que se hayan considerado a todos los actores que proporcionarían información relevante para obtener los requisitos del sistema. También guía el análisis de la documentación y de la base legal inherentes al dominio del problema. Si en esta fase temprana del proceso de desarrollo de software se omite una fuente de información, se puede afectar la completitud, exactitud y pertinencia de los requisitos.

– **Identificar el aporte de los requisitos a los objetivos del sistema**

Esta actividad tiene como propósito identificar aquellos requisitos que no aporten al cumplimiento de los objetivos específicos del software, lo cual vendría a ser un indicio de que el requisito no es pertinente. Para el efecto se propone una matriz (ver Tabla 1) en cuyas filas se registran los requisitos candidatos y en las columnas se registran los objetivos específicos del sistema.

Table 1. Matriz de Aporte de los Requisitos a los Objetivos del Sistema

Requisitos Preliminares	Objetivos específicos del sistema			
	<Obj1>	<Obj2>	<Obj3>	Prioridad Sugerida
<código del requisito>	<valor>	<valor>	<valor>	<sum fila>

0 = No aplica, 1 = Bajo, 2 = Medio, 3 = Alto

La matriz propuesta permite analizar el nivel de aporte de los requisitos a los objetivos. En dicha matriz, cada requisito es evaluado para determinar su aporte a los objetivos del sistema, para lo cual se registra en las celdas correspondientes, de acuerdo a: 0 = no aplica, 1 = bajo, 2 = medio, 3 = alto. La columna “Prioridad sugerida”, corresponde a la sumatoria de los aportes del requisito a los objetivos. Aquellos requisitos que son calificados con “no aplica” y que obtienen un total de cero, son candidatos para ser revisados y si fuera el caso, ser descartados. Los requisitos con los valores más altos en la prioridad sugerida, son considerados como candidatos para su implementación de forma prioritaria.

– **Verificar que el conocimiento obtenido se hizo explícito**

Con las actividades anteriores se ha cumplido con un primer nivel de depuración de los requisitos, luego se debe pasar al siguiente nivel, el cual permitirá verificar que el conocimiento obtenido se haya hecho explícito, esto es que el conocimiento pertinente se encuentre documentado. El objetivo de esta actividad es organizar y clasificar los requisitos, así también facilitar la comunicación y comprensión de los mismos, por parte de los involucrados. Para este efecto se ha decidido utilizar organizadores gráficos, ya que son una herramienta que aporta al aprendizaje, a la comprensión y a la transmisión de ideas y conocimientos. Mediante el uso de constructores apoyan a la transformación de parte del conocimiento tácito en explícito, de una manera visual y simplificada y no se requiere de conocimiento técnicos para su comprensión. En general, los organizadores gráficos contribuyen a identificar la organización del sistema, ubicando los requisitos en los correspondientes niveles. Resultan también de utilidad a la hora de identificar los subsistemas o módulos y las relaciones entre los mismos.

– **Clasificar los requisitos por afinidad y prioridad**

Esta actividad busca organizar y clasificar los requisitos en consenso con el cliente, a fin de que en la fase de entrega recepción del producto software no existan inconvenientes. Para el efecto se contrasta la información obtenida en la columna “Prioridad sugerida” de la “Matriz requisitos / objetivos del sistema”, con la clasificación generada en el mapa conceptual y en consenso con el cliente, se determina la prioridad de implementación. De esta manera se obtiene la lista de requisitos depurados y clasificados por afinidad.

– **Contrastar la Lista de Requisitos Resultantes de la Elicitación con Mapas Mentales o Conceptuales**

Las actividades anteriores han apoyado a la conversión de conocimiento tácito en explícito (externalización), a la creación de nuevo conocimiento (combinación) clasificando, agregando, suprimiendo, reordenando, recategorizando los requisitos obtenidos en la fase de elicitación. Se compara la lista de requisitos resultantes de la elicitación con los requisitos que se encuentran organizados en el organizador gráfico y se obtiene la lista de requisitos depurada.

– **Difundir el Conocimiento y Retroalimentar**

El resultado de la actividad anterior corresponde a una lista de requisitos “clásica”, la cual debe ser informada a todos los involucrados y obtener sus observaciones o aprobación. Los requisitos son válidos y útiles cuando se encuentran disponibles para todos los involucrados, de esta manera cada uno puede profundizar en su comprensión y aportar de manera efectiva al proceso en general. Para la difusión de los requisitos se recomienda la utilización de tecnologías de la información y la comunicación, como por ejemplo, herramientas de la Web 2.0.

5 Validación de la Técnica REQ-KM

El objetivo principal de llevar a cabo el caso de estudio fue evaluar la aplicabilidad de la técnica de análisis de requisitos de software REQ-KM en el ámbito industrial y determinar en qué medida ayuda a superar los problemas identificados. El reporte del caso de estudio ha sido desarrollado siguiendo las guías de Runeson et al. [19].

La problemática relevante y sus causas fueron identificadas por el gerente de la empresa, conjuntamente con seis líderes de proyectos, lo cual se muestra en la Tabla 2.

Table 2. Problemas Relevantes Identificados y sus Causas

Ítem	Problemática
1	Insatisfacción del cliente con el producto software recibido
2	Retrabajo
3	Retraso en la entrega del producto software
4	Incremento de los costo
5	Desmotivación del equipo de desarrolladores
6	Disminución de la productividad
	Causas
1	Falta de participación de los usuarios
2	Desconocimiento del proceso y de los objetivos por parte de las personas que indican los requisitos
3	Falta de claridad de los requisitos
4	Requisitos incompletos
5	No se toman en cuenta o analizan otros procesos afectados

El caso de estudio fue llevado a cabo con el propósito de dar respuesta a las preguntas de investigación que se detallan a continuación.

5.1 Preguntas de Investigación

La pregunta principal de investigación es: *¿La integración de elementos de la gestión del conocimiento en las técnicas de análisis de requisitos mejora la calidad de los mismos?*

Para asegurar que sea respondida la pregunta principal, hemos planteado tres preguntas secundarias, las cuales suponen, por un lado, una descomposición exhaustiva de la pregunta principal y, por otro, permiten definir claramente el ámbito del caso de estudio. Dichas preguntas se detallan a continuación.

- ¿La integración de los elementos de gestión del conocimiento permite definir una nueva técnica para el análisis de requisitos?
- ¿La técnica propuesta para el análisis de requisitos ayuda a minimizar el número requisitos errados?
- ¿La técnica propuesta puede ser aplicada por personal experimentado?

5.2 Diseño de la Investigación

Contexto El contexto del caso de estudio está constituido por la empresa de desarrollo en donde se realizó el estudio y los objetos utilizados para su realización. Más específicamente, dentro de la empresa de desarrollo fueron seleccionados dos módulos que son parte de un sistema mayor, el cual se encuentra operando en las instalaciones del cliente. Los módulos seleccionados fueron: factura electrónica (denominado Módulo A para fines prácticos) y sistema de pedidos (denominado Módulo B por el mismo motivo). La técnica fue aplicada por profesionales, con una experiencia promedio de seis años en el desarrollo de software e ingeniería de requisitos.

La información sobre el dominio del problema, estuvo a disposición y se encontraba registrada en actas de reuniones que se levantaron al momento de realizar la elicitación de requisitos. Participó el líder del proyecto, quien cuenta con amplio conocimiento en el dominio del problema y estuvo en capacidad de solventar las inquietudes presentadas.

Consideraciones Éticas, Legales y Profesionales La empresa de desarrollo solicitó la firma de un acuerdo de confidencialidad de la información de sus clientes y de los proyectos de desarrollo, con el fin de asegurar que la información no sea divulgada. Durante las entrevistas se mantuvo una actitud comprensiva y sensible con los entrevistados, a fin de que no se sintieran incómodos al momento de citar alguna debilidad del proceso actual. El desarrollo de la documentación técnica entregada a la empresa, se realizó con la coordinación del personal técnico de la misma.

Procedimiento El procedimiento inicia con la identificación de las unidades de análisis correspondientes a dos módulos de un sistema y la recolección de la documentación de la elicitación de requisitos. A continuación fueron identificados los profesionales que participaron en el caso de estudio. A paso seguido, se procedió con la capacitación sobre la técnica de análisis de requisitos REQ-KM.

El proceso continúa con la aplicación de la técnica REQ-KM, lo cual permitió identificar requisitos errados, requisitos faltantes y requisitos falsos, los cuales

fueron modificados, incluidos y eliminados, respectivamente. El resultado de esta actividad corresponde a las listas de requisitos depuradas.

Finalmente, para determinar el nivel de aceptación de la técnica y las bondades que brinda, los profesionales fueron consultados mediante una encuesta semi estructurada.

Los productos obtenidos de la aplicación de la técnica REQ-KM fueron: documento de novedades encontradas, documento de observaciones del profesional; el cual incluye el tiempo que emplearon los analistas y entrevistas a los técnicos al finalizar la tarea de análisis de requisitos.

Recolección de datos Para el proceso de recolección de datos se recurrió a varias fuentes de información y se utilizaron distintas técnicas de recolección, como se puede apreciar en La Figura 4.

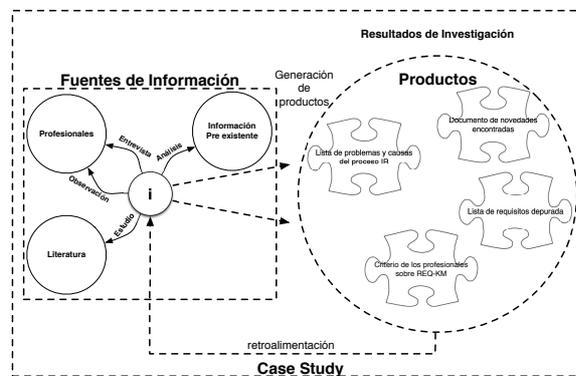


Fig. 4. Proceso de Recolección de Datos

Las técnicas directas de recolección (o de primer nivel), corresponden a la proximidad de los investigadores con los profesionales, lo que en este caso fue muy cercana. La recolección de datos se realizó en tiempo real. En primera instancia se aplicó una entrevista semi-estructurada, la cual duró 30 minutos aproximadamente y su objetivo fue conocer la formación y experiencia de los participantes. Adicionalmente los investigadores utilizaron la técnica de observación. Finalmente, se aplicó una encuesta enfocada en conocer la percepción de los participantes sobre los aspectos relevantes de la técnica REQ-KM.

Paralelamente, se aplicó un método de análisis independiente (o de tercer nivel), en el cual se utilizaron datos existentes, previamente compilados. Los documentos generados a partir de la aplicación de las técnicas e instrumentos en mención se constituyeron en las fuentes para el análisis. Se puso especial atención en el tiempo que tomó cada equipo en desarrollar las actividades de análisis (hora de inicio, hora de finalización). También se documentaron las apreciaciones sobre el comportamiento de los profesionales al desarrollar el análisis de requisitos.

Análisis de Datos Las técnicas de análisis de datos utilizadas fueron cuantitativas y cualitativas. Para determinar los beneficios de la aplicación de la nueva técnica se realizó un análisis cualitativo. Para determinar el número de errores identificados con la aplicación de la técnica en la lista preliminar de requisitos se realizó un análisis cuantitativo.

5.3 Resultados

Resultados cuantitativos: Los resultados obtenidos luego de aplicar la técnica REQ-KM fueron: 20% de requisitos fueron modificados en el Módulo A y 29% de requisitos en el Módulo B. El 2% de requisitos de los dos módulos fueron eliminados, con lo que se demostró que la técnica aportó a la exactitud, corrección y pertinencia de los requisitos. Se identificó un 4% de nuevos requisitos en el Módulo A y un 6% de nuevos requisitos en el Módulo B, lo que demostró que la técnica propuesta contribuyó a la completitud de los requisitos. Estos resultados se resumen en la Tabla 3.

Table 3. Resultados Cuantitativos de Aplicar REQ-KM

Proyectos	Requisitos Iniciales	Novedades Requisitos					
		Modificados	Nuevos	Eliminados			
Módulo A	40	8	20%	4	10%	2	5%
Módulo B	35	10	29%	6	17%	2	6%

Resultados cualitativos: De acuerdo al criterio de los profesionales que aplicaron la técnica REQ-KM, los resultados fueron prometedores. Entre otras cosas, indicaron que la técnica permitió superar los problemas que venían enfrentado en cada proyecto en la fase de requisitos, tales como:

- Falta de participación de los usuarios
- Falta de claridad de los requisitos
- Requisitos incompletos
- No se toman en cuenta o analizan otros procesos que pueden ser afectados por el sistema

Los profesionales manifestaron que REQ-KM presenta aspectos positivos, los cuales se transcriben a continuación:

- “Permite identificar desde las fases tempranas de desarrollo a todos los actores del sistema”
- “Permite validar las fuentes de información”
- “Sustenta herramientas de organización claras y precisas”
- “Tener requisitos más detallados”
- “Tener requisitos más claros”

- “Ayuda a identificar nuevos requisitos”
- “Permite tener una visión más detallada del alcance del sistema”
- “Aporta a comprender el dominio del problema”
- “Permite priorizar los requisitos de manera objetiva”
- “Muestra una manera práctica para determinar las prioridades, en base a los objetivos”
- “El trabajo del análisis es más efectivo”
- “Se cuenta con documentación más específica”
- “Aporta a aplicar de forma correcta la Ingeniería de Software”

En referencia a los aspectos negativos, los profesionales manifestaron que:

- “Incrementa el tiempo del análisis”
- “No brinda apoyo para determinar errores en requisitos no funcionales”
- “El mapa conceptual demanda mucho tiempo y no se mira la relación con las otras actividades de la técnica”

Así mismo, los profesionales manifestaron su criterio respecto a la contribución de las actividades de la técnica REQ-KM al cumplimiento de los objetivos del análisis de requisitos. Los profesionales indicaron si el aporte es alto (A), medio (M) o bajo (B). Con el fin de obtener la media, se procedió a asignar equivalentes numéricos a las respuestas, como se indica en la Figura 5.

Actividades de la técnica	Objetivos del Análisis de Requisitos			
	Asegurar la calidad de los requisitos	Precisar los límites del sistema	Precisar la interacción sistema - entorno	Trabajar los requisitos del usuario o requisitos del software
Analizar la calidad de las fuentes de información	A (3,0)	A (2,5)	A (2,5)	M (1,8)
Analizar el aporte de los requisitos a los objetivos del sistema	M (2,0)	A (3,0)	M (1,8)	B (1,5)
Verificar que el conocimiento tácito se ha plasmado en conocimiento explícito	M (2,3)	M (1,8)	A (2,5)	A (2,8)
Clasificar requisitos según afinidad y prioridad	M (2,3)	M (2,0)	B (1,5)	A (2,0)
Contrastar la lista de requisitos resultantes de la <u>licitación</u> con los mapas mentales o conceptuales	A (2,5)	M (1,8)	B (1,3)	M (2,0)
Difundir el conocimiento	M (2,3)	B (1,5)	A (2,8)	M (2,0)
Promedio	A(2,4)	M(2,1)	M(2,0)	M(2,0)

Fig. 5. Objetivos del Análisis de Requisitos

Desde la perspectiva de los profesionales, la técnica REQ-KM evidencia una mejora en los requisitos, que contribuye al cumplimiento del primer objetivo:

“asegurar la calidad de los requisitos”. Al contrario, su aporte a los demás objetivos es menos significativo.

Los profesionales que aplicaron la técnica opinaron que la misma contribuyó a una mejora en los requisitos. Dependiendo del nivel de aporte de las actividades a las características de calidad de los requisitos, valoraron con 3, 2, 1 o 0 si el aporte fue alto, medio, bajo o nulo, respectivamente, como se indica en la Figura 6.

Actividades de la técnica	Atributos de calidad de los requisitos									
	Exacto - No ambiguo	Consistente	Cierto - Correcto-Verificable	Completo	Organizado- Clasificado	Fácil de usar - Trabable	Claro	Pertinente	Disponible	
Analizar la calidad de las fuentes de información	2	1	3	3	0	0	2	2	1	
Analizar el aporte de los requisitos a los objetivos del sistema	3	2	0	2	2	1	2	1	2	
Verificar que el conocimiento tácito se ha plasmado en conocimiento explícito	2	3	1	3	0	1	2	2	1	
Clasificar requisitos según afinidad y prioridad	2	2	2	1	2	1	2	1	1	
Contrastar la lista de requisitos resultantes de la elicitación con los mapas mentales o conceptuales	1	1	3	2	2	1	3	3	2	
Difundir el conocimiento	2	1	1	3	2	3	2	1	3	
Total	12	10	10	14	8	7	13	10	10	
Porcentaje	67%	56%	56%	78%	44%	39%	72%	56%	56%	

Fig. 6. Actividades vs Atributos de Calidad de los Requisitos

Los profesionales opinaron que la técnica contribuyó de manera importante a obtener requisitos completos y claros en un 78% y 72%, respectivamente. Opinaron que la técnica también aportó a obtener requisitos exactos en un 67%.

6 Conclusiones

Del estudio y análisis comparativo de la Ingeniería de Requisitos y la Gestión del Conocimiento, se determinó que las dos disciplinas tienen un alto grado de similitud en las fases del proceso. Así también las características de calidad de los conocimientos y los requisitos son coincidentes.

Se propuso la técnica REQ-KM para el análisis de requisitos de software basada en la gestión del conocimiento. REQ-KM utiliza herramientas de uso común, tales como matrices y organizadores gráficos, las cuales resultaron efectivas para la comprensión del dominio del problema desde una visión holística e integradora.

El caso de estudio resultó el método de investigación adecuado para demostrar la validez de la técnica propuesta. Los resultados obtenidos indicaron

que la integración de elementos de la gestión del conocimiento en las técnicas de análisis de requisitos, mejoran la calidad de los mismos.

Es necesario realizar más investigación respecto a la técnica propuesta, a nivel de unidades de análisis más grandes, dado que Las unidades evaluadas a través del caso de estudio fueron pequeñas, para contrastar los resultados obtenidos.

References

1. K. Pohl, "The three dimensions of requirements engineering: A framework and its applications," *Information Systems*, vol. 19, no. 3, pp. 243 – 258, 1994.
2. J. D. Elizabeth Hull, Ken Jackson, *Requirements Engineering*, 3rd ed. Springer London, 2011.
3. K. Pohl, *Requirements Engineering: Fundamentals, Principles, and Techniques*. Springer US, 2010.
4. D. Pandey, U. Suman, and A. Ramani, "An effective requirement engineering process model for software development and requirements management," in *ARTCom*, Oct 2010.
5. H. Hofmann and F. Lehner, "Requirements engineering as a success factor in software projects," *Software, IEEE*, vol. 18, no. 4, pp. 58–66, July 2001.
6. S. Group, "Chaos manifesto 2013," Last visited: September 20th, 2014. [Online]. Available: <http://www.versionone.com/assets/img/files/CHAOSManifesto2013.pdf>
7. C. Jones, *Applied Software Measurement: Assuring Productivity and Quality*, 2nd ed. McGraw Hill, 1996.
8. I.-T. R. Group, "Get requirements right the first time," Last visited: October 18th, 2014. [Online]. Available: <http://www.infotech.com/research/get-requirements-right-the-first-time>
9. D. A. Garvin, "Building a learning organization," *Harvard Business Review*, vol. July–August 1993, July 1993.
10. B. W. Boehm, "Software engineering-as it is," in *Proceedings of the 4th International Conference on SE*. Piscataway, NJ, USA: IEEE Press, 1979, pp. 11–21.
11. J. Biggs and C. Tang, *Teaching for quality learning at university*, 4th ed. McGraw Hill, 2011.
12. T. H. Davenport and L. Prusak, "Working knowledge: How organizations manage what they know," *Ubiquity An ACM IT Magazine and Forum*, August 2000.
13. P. N. Robillard, "The role of knowledge in software development," *Commun. ACM*, vol. 42, no. 1, pp. 87–92, January 1999.
14. N. Anquetil, K. M. de Oliveira, K. D. de Sousa, and M. G. Batista Dias, "Software maintenance seen as a knowledge management issue," *Inf. Softw. Technol.*, 2007.
15. "Ieee recommended practice for software requirements specifications," *IEEE Std 830-1998*, pp. 1–40, Oct 1998.
16. A. D. M. Bueno, J. P. Sierra, E. R. Fernandez, A. R.-P. Aradas, and S. S. Garaboa, *Gestión del Conocimiento*. Paraninfo, March 2007.
17. *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge*. IEEE Computer Society, January 2014.
18. C. Jackson, "Process to product: Creating tools for knowledge management," in *International Conference on Technology Policy*, 1998.
19. P. Runeson, M. Höst, A. Rainer, and B. Regnell, *Case Study Research in Software Engineering: Guidelines and Examples*. John Wiley and Sons Ltd., April 2012.