

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01- 27

**PROPUESTA METODOLÓGICA DE INGENIERÍA DE REQUISITOS QUE PERMITA MITIGAR LOS
IMPACTOS EN LOS PROYECTOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE DE LA EMPRESA MATRIXTECH**

S.A.S.

Yuliana Laverde Rodríguez


FACULTAD DE INGENIERÍAS

Programa de Ingeniería de Sistemas

Manuel Blanco

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

Octubre de 2016

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RESUMEN

Este proyecto está enfocado es una organización joven enfocada a brindar soluciones tecnológicas a sus diferentes aliados en el país. A pesar que es una empresa que se ha convertido para sus clientes en el operador tecnológico y aliado estratégico en sus negocios, se ha evidencia internamente en los proyectos retrasos en los cronogramas , sobre costos (tanto para quien contrata el servicio como para quien lo presta), excesiva cantidad de re-procesos y controles de cambios (entendiendo que todos los proyectos son propensos a cierto nivel y cantidad de controles de cambios) e insatisfacción del cliente frente al software entregado.

Con el fin de dar una solución al problema evidenciado se propone en este trabajo en proponer una metodología de ingeniería de requisitos, con base a un estudio previo de las metodologías existentes en el medio que contribuya a mitigar la mala definición y gestión de los requisitos que ha llevado a al problema especificado en este trabajo.

Este proyecto se va a desarrollar en los siguientes espacios, primero se deberá levantar el proceso actual que tiene la empresa para la obtención de requisitos, con el fin de identificar las oportunidades de mejoramiento, características de los procesos y actividades. Luego, se deberá determinar las falencias de las metodologías y procesos de ingeniería de requisitos utilizadas en la empresa. Y para finalizar, se deberá realizar una revisión literaria de las diferentes metodologías de ingeniería de requisitos con el objetivo de seleccionar una para elaborar la propuesta metodológica que tenga las características necesarias para mitigar el problema identificado.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01- 22

RECONOCIMIENTOS

Agradecemos a todas las personas que con su colaboración, motivación y apoyo hicieron posible el desarrollo de este proyecto. Especialmente a mi familia, amigos, a las personas que a nivel profesional me ofrecieron valiosos y grandes aportes.


 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	6
2.	MARCO TEÓRICO	8
2.1	CONCEPTOS	8
2.2	EVIDENCIA CIENTÍFICA DE LA IMPLEMENTACIÓN	8
2.3	ESTUDIOS DE IMPACTO DE LA INGENIERÍA DE REQUISITOS EN LOS PROYECTOS	11
3.	METODOLOGÍA	13
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
4.1	PROCESO ACTUAL DE LA COMPAÑÍA	14
4.2	REVISIÓN LITERARIA	19
4.2.1	ESTUDIO DE METODOLOGÍAS EXISTENTES	19
4.2.1.1	MODELO POHL	19
4.2.1.2	MODELO EN ESPIRAL	20
4.2.1.3	EL MODELO SWEBOK	22
4.2.1.4	METODOLOGÍA DORCU	23
4.2.2	COMPARACIÓN DE LOS MODELOS DE INGENIERÍA DE REQUISITOS ESTUDIADOS	24
4.3	MODELO PROPUESTO	25
4.3.1	PRE-REQUISITOS AL MODELO	26
4.3.1.1	COMPETENCIAS	26
4.3.1.2	INFORMACIÓN	27
4.3.2	EJECUCIÓN DEL MODELO	29
5.	CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	41
6.	REFERENCIAS	44



	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Proceso de ingeniería de requisitos actual	14
Ilustración 1 - Modelo de procesos de ingeniería de requisitos de Pohl.....	20
Ilustración 2 - Modelo en espiral del proceso de ingeniería de requisitos.....	21
Ilustración 3 - Modelo SWEBOK de proceso de ingeniería de requisitos.....	22
Ilustración 4- Metodología DoRCU para la ingeniería de requisitos.....	24
Ilustración 5 - Metodología propuesta.....	29
Ilustración 6 - Ejemplo de historias de usuario.....	37


	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1. INTRODUCCIÓN


El desarrollo de este proyecto va orientado a mejorar la metodología de ingeniería de requisitos de una empresa dedicada al negocio de apuestas, recargas, giros, recaudos y pagos a nivel nacional. Hoy en día, la compañía ejecuta todos los proyectos tecnológicos de sus clientes en Colombia, los cuales están directamente relacionados con el desarrollo y mantenimiento del software que soporta sus servicios (apuestas, recargas, giros, recaudos y pagos a nivel nacional). Estos servicios son el centro de la operación de la empresa, brindando a los diferentes aliados facilidad y les ayuda a impulsar nuevas oportunidades de negocio, apoyados en la tecnología.

Actualmente, el 80% de los proyectos de desarrollo de software que se ejecutan dentro de la compañía generan sobre costos directos a la organización. En un estudio realizado en la compañía para el segundo semestre de 2016, estos costos ascienden a aproximadamente \$200.000.000 COP. Adicionalmente, se ha identificado que el 56% de estos proyectos presentan este tipo de inconvenientes debido a una mala definición y gestión de los requisitos, lo que ha llevado a realizar un esfuerzo adicional y un desplazamiento en las fechas pactadas en los proyectos. También existen costos indirectos que no se han podido cuantificar con exactitud, que corresponden al costo de oportunidad en el mercado que se está dejando de percibir por no haber terminado el proyecto a tiempo y a satisfacción del cliente. Este problema se presenta principalmente porque en la actualidad no se cuenta con un proceso de ingeniería de requisitos definido en la empresa, desarrollando las actividades por conocimiento implícita por los equipos de proyectos y los clientes.

Con el fin de dar solución a este problema, se propone, a través del desarrollo de este documento, una metodología de Ingeniería de requisitos, que contribuya a mitigar los impactos en tiempo, alcance y costos en los proyectos de desarrollo de software de la empresa. Para alcanzar este objetivo, se propusieron va a documentar el proceso actual de ingeniería de requisitos de la empresa, lo que permita determinar el por qué las metodologías y los procesos de ingeniería de requisitos aplicados actualmente en la empresa, no están garantizando una obtención y gestión adecuada de los requerimientos en los proyectos. Adicionalmente se realizará una revisión literaria de las metodologías de ingeniería de

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

requisitos más representativas actualmente, para determinar las características que contribuyan a mejorar las problemáticas registradas en el diagnóstico, y finalmente, documentar la metodología de ingeniería de requisitos propuesta, que contenga las características necesarias para mitigar los impactos en los proyectos de software de la compañía.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2. MARCO TEÓRICO

2.1 CONCEPTOS

Ingeniería de requisitos: La ingeniería de requisitos, según Pressman (Pressman, 2002), “Es un conjunto de procesos, tareas y técnicas que permiten la definición y gestión de los requisitos de un producto de un modo sistemático. En definitiva, facilita los mecanismos adecuados para comprender las necesidades del cliente, analizando sus necesidades, confirmando su viabilidad, negociando una solución razonable, especificando la solución sin ambigüedad, validando la especificación y gestionando los requisitos para que se transformen en un sistema operacional”.


Elicitación de requisitos: Elicitar requisitos, según el BABOK, (IIBA, 2009) “Es una tarea clave en el Análisis de Negocio. Debido a que los requerimientos sirven como fundamento para la solución de las necesidades de negocio, es esencial que los requerimientos estén completos, y sean claros, correctos, y coherentes”. Está plenamente demostrado que la elicitación de requerimientos ayudara a alcanzar las metas de calidad

Requerimiento(s) no-funcionales: Atributos de calidad, limitaciones de diseño e implementación, e interfaces externas que el producto debe tener.

2.2 EVIDENCIA CIENTÍFICA DE LA IMPLEMENTACIÓN

A continuación, se presenta varios estudios e investigaciones desarrolladas en diferentes países en el mundo que abordan las metodologías de ingeniería de requisitos y estudios comparativos de estas.


- Un entorno Metodológico de Ingeniería de Requisitos para Sistemas de Información (Toro, 2000). Es una tesis doctoral desarrollada por Amador Duran Toro en la Universidad de Sevilla en España en el año 2000. En esta tesis de grado el autor evalúa modelos de procesos de ingeniería de requisitos comparando diferentes modelos propuestos y usando el modelo de madurez de proceso de ingeniería de requisitos resultado del proyecto REAMIS [Sawyer et al. 1997, Sommerville y Sawyer 1997]. Define actividades claves para el desarrollo de una metodología propia y ajustada que implica actividades de elicitación de requisitos, análisis de requisitos y validación de requisitos.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

También aborda los principales problemas relacionados con las actividades de elicitación de requisitos, las técnicas más habituales y se describe la propuesta metodológica a partir de ese estudio


- Análisis comparativo de técnicas metodologías y herramientas de Ingeniería de requerimientos es un trabajo desarrollado por Juan Carlos Medina Martínez, adscrito al Centro de investigación y estudios avanzados del IPN para obtener el grado de Maestro en ciencias de la computación (Martinez, 2004). En este trabajo de investigación el autor reviso diversas técnicas y metodologías que existen para el proceso de Ingeniería de Requerimientos, realizó análisis para seleccionar la técnica o técnicas para aplicarlas en el desarrollo del caso de estudio (SIV), sin embargo, en el estudio de las metodologías, se obtuvieron resultados no satisfactorio, es decir, ninguna de las metodologías que se analizaron comprendían todas las actividades que se definieron en el proceso de la Ingeniería de Requerimientos. Por lo que se definió una metodología que cubriera todas las actividades y tareas del proceso de la Ingeniería de Requerimientos, así como las técnicas específicas para lograr realizar cada actividad, considerando las características del sistema, del entorno y de los usuarios. Además, propuso un esquema del documento de requerimientos tomando como base el estándar definido por la IEEE. Como experiencia obtenida afirmo que es difícil proponer una técnica, método o metodología que cubra universalmente a los sistemas en desarrollo, esto se debe a que cada sistema tiene características particulares que lo hacen diferente a los demás, sin importar que sean del mismo ambiente, además de las características de los usuarios y clientes. Por lo que las técnicas, metodologías y herramientas aquí usadas no necesariamente van a obtener los mismos resultados en su aplicación para otro sistema, más bien, son una guía y servirán como referencia en el desarrollo de la Ingeniería de Requerimientos de cualquier sistema.

- Elicitación y especificaciones de requerimientos No funcionales en aplicaciones WEB, trabajo desarrollado por Silvana del Valle Rojo es un proyecto de investigación para optar al título de Magister en ingeniería del Software en la Universidad Nacional de la Plata en Argentina en el año 2013 (Rojo, 2013). Este trabajo de tesis presenta lineamientos específicos para la aplicación de Ingeniería de Requerimientos en aplicaciones WEB. La autora definió procesos de Elicitación y

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Especificación de Requisitos no funcionales (RNF) Web construyo plantillas diseñadas particularmente para la captura y especificación de los RNF en los procesos definidos, a través de un análisis comparativo de un grupo de metodologías de levantamiento de requisitos existentes. Este trabajo también hace una revisión del estado de arte de los conceptos de RNF en la literatura de la Ingeniería de Requerimientos y establece como bases conceptuales que los RNF son requerimientos de calidad y son restricciones. Luego ofrece un análisis comparativo de seis enfoques existentes de desarrollo de aplicaciones Web para estudiar qué tratamiento aplican a los RNF, en el cual se pudo determinar que las metodologías de aplicaciones Web estudiadas: Contemplan los RNF, aunque se carece de consenso en su significado. No disponen de técnicas específicas para la elicitación de RNF, ni lineamientos uniformes para la especificación y la validación. No brindan técnicas que soporten el tratamiento de los RNF a lo largo del ciclo de vida. Hay carencia de consenso para establecer en qué fase del ciclo de vida de desarrollo se identifican los RNF. Hay RNF que no son identificados durante la fase de relevamiento y análisis. A partir de este análisis y dada la importancia de los RNF, se proponen procesos para la elicitación y especificación de los RNF Web (de calidad y restricciones), se describen las plantillas propuestas que dan soporte a los procesos y finalmente se presenta la validación de los conceptos y técnicas propuestos mediante un caso de estudio en un proyecto real.

- Caracterización del proceso y herramientas metodológicas de la ingeniería de requerimientos para aplicaciones de sistemas de información geográfica. Es un artículo científico originado del proyecto de grado para optar título de Magister de Luis Fernando Medina Cardona en la Universidad Nacional de Colombia (Cardona, 2007). El autor aborda como los sistemas de información geográfica (SIG) son cada vez de mayor importancia considerando que en la actualidad más del 80% de los datos existentes en el mundo son georreferenciados o tienen asociado algún tipo de especialización. Específicamente, la ingeniería de requerimientos es fundamental para la difusión de este tipo de sistemas, que son necesarios para la democratización de la información y para hacer partícipe a la misma comunidad, incrementando su nivel de conocimiento sobre el espacio que los rodea. Sin embargo, en la investigación el autor evidencia la falta de bagaje tecnológico, no solo de los usuarios sino de los mismos diseñadores de estos sistemas, y el hecho de que los procesos de ingeniería de requerimientos existentes no aborden el problema de manera integral, hace


	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

necesario estudiar sus procesos con miras a satisfacer las necesidades de las aplicaciones SIG que incluyen apoyo a la dimensión espacio-temporal, granularidad (escala) de la información, interoperabilidad, calidad de la misma y comportamiento de los operadores que la afectan. Por ello, la descripción de las herramientas metodológicas existentes permite apreciar cómo se afrontan las falencias en los procesos de requerimientos para este dominio específico mediante el uso de lenguajes de modelamiento y especificación y al apoyo en estándares con miras a conformar una metodología integral en IR para aplicaciones SIG que cubra las necesidades presentadas. Dicha metodología traería como consecuencia la mayor difusión de este tipo de aplicaciones de manejo de información espacial, que cada vez son más necesarias en el panorama actual.

2.3 ESTUDIOS DE IMPACTO DE LA INGENIERÍA DE REQUISITOS EN LOS PROYECTOS


A continuación, se presenta varios estudios e investigaciones desarrolladas que hablan del impacto que tiene la ingeniería de requisitos en los proyectos de desarrollo de software:

- Standish Group, citado por (Ruiz, 2004) dice: “El proyecto de software promedio se sobrepasa en su programación en la mitad o más. El 75 % de los productos de software grandes se entregaron a los clientes, pero tienen fallas, son un fracaso porque no se usan o no cumplen los requerimientos del cliente”. Los factores de daño o cancelación de los proyectos de software son:
 - Los requisitos incompletos
 - La insuficiencia de recursos
 - La falta de apoyo de gestión
 - La mala planificación
 - No involucrar a los usuarios
 - Las expectativas poco realistas
 - Cambio de requisitos
- Standish Group, citado por (Rincón, 2014) dice: “De un estudio de 50.000 proyectos fallidos clasifica dentro de las principales causas por las cuales fracasan el 71% de los proyectos de desarrollo de software a: Requerimientos y especificaciones incompletas, Cambios frecuentes en los requerimientos y especificaciones, expectativas no realistas y a objetivos poco claros”
- Según (Ruiz, 2004) dice: “En la generalidad de los proyectos de software, el patrocinador del proyecto se niega a pagar esta fase, entre otros argumentos por considerarlo como sencillo, de

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

poco valor y que es la responsabilidad del desarrollador del proyecto. Lo que provoca grandes tasas de fracasos por la indefinición precisa de las necesidades o requerimientos”. Esto puede traer que la información de esta etapa se levante con impresiones e impacte las otras fases, volviéndose costoso corregir.

- Según (González, 2015) dice: “Hoy en día hay una importante tendencia a optimizar la gestión de requisitos. La certificación PMI Business Analysis Professional, del PMI lo demuestra. No es para menos esta tendencia. De acuerdo a un estudio de costos en proyectos realizado *Cost & Economic Analysis Branch, National Aeronautics and Space Administration headquarters (NASA)*, los proyectos que gastaron menos del 5% de su costo total en gestión de requisitos experimentaron de 80 a 200% de sobre costo, mientras que los que gastaron entre 8% y 14% en este tema, experimentaron un 60% de sobre costo máximo. Existen hoy en día una gran variedad herramientas y procedimientos que pueden apoyar al líder de proyecto y su equipo a identificar y gestionar adecuadamente los requisitos de sus stakeholders. Es importante conocerlos y mucho más importante, utilizarlos en nuestros proyectos”

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22


3. METODOLOGÍA

Debido a que, en la actualidad los procesos de ingeniería de requisitos no están definidos y/o documentados formalmente al interior de la empresa, para la implementación de este proyecto se realizó una observación en sitio, que permitió documentar el proceso actual de ingeniería de requisitos. En este proceso, se identificaron las principales actividades con sus tareas, entradas y salidas.

Del proceso actual identificado y documentado, se encontraron algunas oportunidades de mejora, las que se tuvieron en cuenta a la hora de realizar la propuesta metodológica de ingeniería de requisitos.

Posteriormente se realizó una revisión literaria de diferentes metodologías de la ingeniería de requisitos, entre las cuales se encuentra las metodologías que proponen: el modelo Polh (Pohl, 1997), el modelo espiral (Sawyer, Sommerville, & Viller, 1997), el modelo SWEBOK (Bourque, Depuis, & Abran, 1999) y la metodología de DoRCU (Báez & Brunner, 2001). Posteriormente se realizó una comparación de estas metodologías, donde se especifican las principales características.

Hecho todo lo anterior, y basados en el proceso de ingeniería de requisitos actual, las necesidades y características de la empresa, se propuso una metodología de ingeniería de requisitos, lo que nos permitió ejecutar un modelo, en donde se refinan los requisitos y se entregue un documento final que, en cada iteración, aporte valor al proceso de desarrollo del software, con mayor calidad y oportunidad para el proyecto.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 PROCESO ACTUAL DE LA COMPAÑÍA

Mediante la observación en sitio, se identificó el proceso que se ejecuta dentro de la compañía, el cual, luego de retomar las prácticas comunes entre los integrantes del equipo, se documentó como se muestra en la siguiente ilustración:

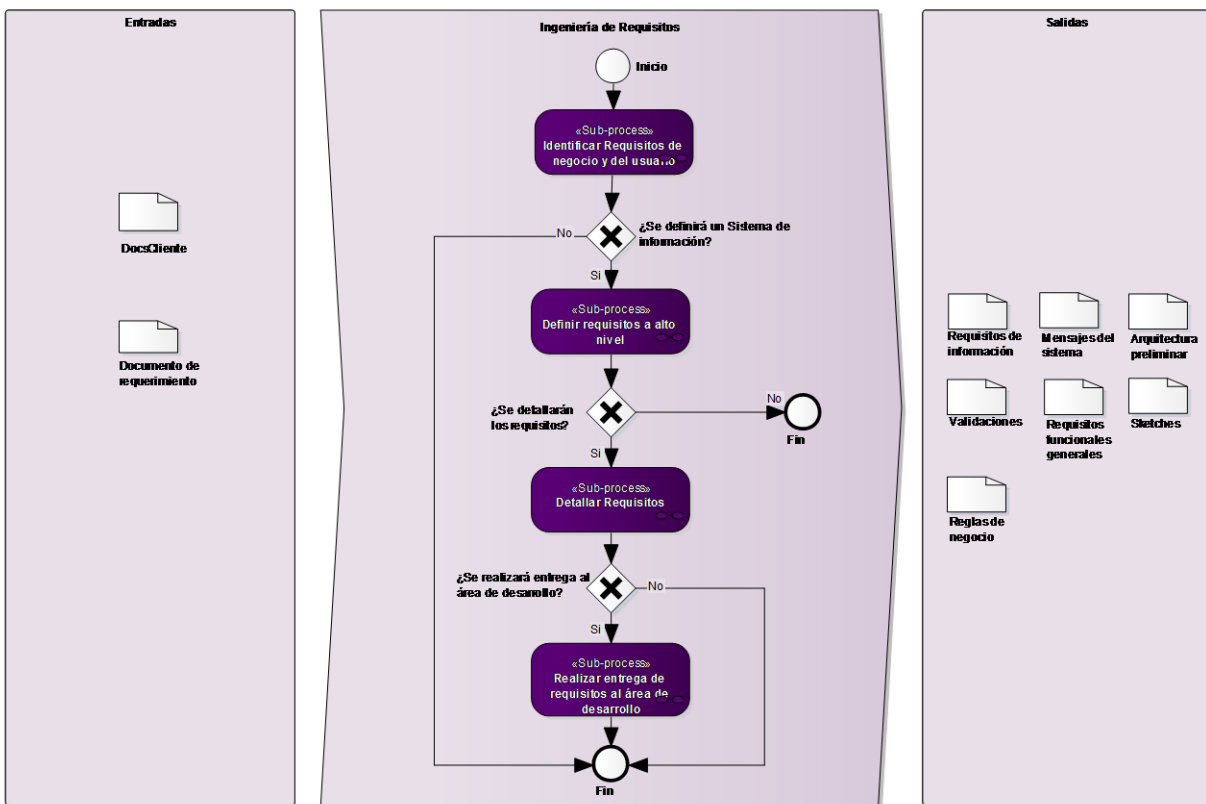



Ilustración 1 - Proceso de ingeniería de requisitos actual - Tomado de: Elaboración propia

- A. **Identificar Requisitos de negocio y del usuario:** El objetivo de esta parte del modelo actual, es el de conocer los procesos de negocio que serán respaldados por el sistema de información y al que se le piensa especificar los requisitos. Para ello es necesario estudiar internamente la documentación existente, ya sea del mismo proceso, regulatoria o cualquier otra documentación, que permita identificar los objetivos del proceso, sus respectivas actividades y demás componentes.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

B. **Definir requisitos a alto nivel:** En esta actividad, se busca identificar las funcionalidades o tareas que el actor deberá ejecutar en el sistema a definir.

- Identificar las historias de usuario épicas (Backlog).
- Relacionar los actores con las respectivas historias de usuario.
- Realizar una breve descripción, expresando el objetivo funcional, a cada historia de usuario.
- Priorizar primero las características más principales que posee el sistema, dando lugar a cambios que serán tenidos en cuenta en la lista de requisitos inicial, estructurando de nuevo el esquema de trabajo a partir del momento de la inclusión de los nuevos requisitos al sistema.


C. **Detallar Requisitos:** En esta parte del proceso, se debe documentar por medio de posibles escenarios, la secuencia de interacciones entre el sistema y el actor que usa alguno de sus servicios o funcionalidades.

Las principales tareas que se identifican en esta fase son:

- Especificar historias de usuario, identificando las validaciones que se deben ejecutar para satisfacer las condiciones particulares del sistema, las restricciones con las que se cuenta respecto a la arquitectura, tecnología, tiempo, recursos, etc. y las reglas de negocio que se deben incluir, para posteriormente verificar la validez de las mismas.
- Identificar los mensajes de excepción, confirmación y error que el sistema debe presentar al usuario cuando sea necesario.
- Definir prototipos o sketches, en donde no se presentan elementos de diseño gráfico de la aplicación, sino por el contrario, se presentan los datos que se tienen que contemplar en cada una de ellas.

D. **Realizar entrega de requisitos al área de desarrollo:** En este punto del proceso, se debe contextualizar al área de desarrollo en el proceso de negocio del cliente (Se deberá explicar el proceso tal y como quedará con el apoyo de la solución planteada).

Se deben tener en cuenta las siguientes tareas:


	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Explicar el alcance general del sistema planteado.
- Dar a conocer el panorama de la documentación de los requisitos del sistema de información.
- Dar claridad sobre la visión general del sistema de información que apoyará al proceso.

4.2 ¿POR QUÉ LAS METODOLOGÍAS Y LOS PROCESOS DE INGENIERÍA DE REQUISITOS APLICADOS ACTUALMENTE EN MATRIXTECH S.A.S, NO ESTÁN PERMITIENDO UNA OBTENCIÓN Y GESTIÓN ADECUADA DE LOS REQUERIMIENTOS EN LOS PROYECTOS?

Se sabe que los requisitos en las metodologías de desarrollo de software son un factor definitivo para garantizar el resultado exitoso de los proyectos. Aunque en la compañía se utiliza una metodología ágil, es importante tener en cuenta que debido a que estas metodologías no son tan específicas en su manera de operar (no poseen unos lineamientos puntuales a seguir), se deben realizar ciertos ajustes, con el fin de identificar claramente los requisitos del sistema, los cuales serán el pilar fundamental para el desarrollo:

- **Técnica de elicitación:** La técnica de elicitación selecciona es el análisis de documentación. Esta técnica es utilizada por que los clientes o usuarios, se encuentran ubicado en otras ciudades; sin embargo, hay que tener en cuenta que esta técnica es utilizada en casos muy específicos. Según el BABOK (IIBA, 2009), “el ‘análisis de documentos’ se usa si el objetivo es reunir detalles de soluciones existentes, incluso reglas de negocio, entidades y atributos que tienen que ser incluidos en una solución nueva o que necesitan ser actualizados para la solución actual. Esta técnica también se aplica en situaciones donde los expertos en la materia para las soluciones existentes ya no están con la organización, o no van a estar disponibles durante todo el proceso de ‘elicitación’”. Esto nos indica que esta técnica es limitada a casos puntuales, y se debe usar en situaciones en los que la comunicación directa con el (los) responsable (s) del proceso no es posible, ya que esta comunicación es en un único sentido, y las dudas que surjan no pueden ser solucionadas.
- **Requisitos No Funcionales:** Se identifica que no hay un ítem para identificar estos artefactos, aun sabiendo que para todos los proyectos de desarrollo de software, en algún lugar de su ciclo de vida,

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22


es necesario tenerlos en consideración, ya que no hacerlo puede poner en riesgos el correcto funcionamiento de la solución.

Para tener más claridad sobre lo mencionado anteriormente, vamos a dar un ejemplo:

A nivel de disponibilidad, tomamos un caso de tiempos de repuesta de un sistema. Digamos que al llegar a la fase de implementación, el sistema tiene un tiempo de respuesta de 20 segundos, pero nuestro cliente necesitaba que el tiempo de respuesta sea de tan solo 3 segundos, ya que el sistema involucra clientes que llegaran a un punto de venta y con los que existen unos acuerdos de nivel de servicio y en lo que el cliente no quiere demorar más tiempo de lo necesario en hacer una larga fila. Falencias como esta en un proyecto, podrían causar sobrecostos al tener que asumir controles de cambios, o en el peor de los casos, que el usuario final decida no utilizar el servicio ofrecido por la empresa, perdiendo credibilidad y buena recordación en el cliente.


Sin embargo, es muy común que los requerimientos no funcionales sean ignorados en la fase de análisis de requerimientos, provocando errores que salen a la luz en la fase de implementación, cuando corregirlos es demasiado costoso en dinero, tiempo y trabajo.

- **Entradas al proceso de requisitos:** Se identifica que no se tienen definidos los prerrequisitos de la metodología de ingeniería de requisitos de la empresa, en donde sería importante conocer el alcance del proyecto, las necesidades del negocio y lista de *stakeholders*:
 - **Las necesidades del negocio:** Se deben conocer las necesidades de negocio a las que tiene que dar solución el sistema a desarrollar, para que el equipo esté enfocado en que es lo que se debe hacer para satisfacerlas, de lo contrario, cada quien trabajará sin un objetivo fijo y posiblemente la solución no cumpla completamente lo que se requiere.
 - **Alcance de la solución:** Es de vital importancia el conocimiento del alcance que va a tener la solución, pues de esto depende la efectiva y acertada programación de las actividades de las personas que componen el equipo de acuerdo con los tiempos estipulados, las tareas que se deben realizar y los recursos con los que se cuenta.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- **Lista de stakeholders:** Muchas veces no se entiende la importancia de conocer todas las partes interesadas en un proyecto, pero contar con esta información, permite involucrar a las personas adecuadas en el momento correcto, pues a medida que avanza el proyecto, el número de personas implicadas, la gestión, la comunicación y relación con los distintos grupos que tienen influencia aumenta, y una comunicación adecuada entre las partes interesadas pueden ser un factor crítico en el éxito del proyecto, pero de una mala definición, gestión, comunicación y relación entre los interesados pueden debilitar e incluso bloquear el proyecto y la posición de la persona que lo dirige.

Saber quién es quién, su grado de poder e influencia en el proyecto, es de suma importancia para crear vínculos y relaciones dentro del proyecto. Cuando estos vínculos y relaciones con los involucrados son transparentes, compartir los problemas que pueden surgir, son la mejor forma para solucionarlos y mitigarlos.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.3 REVISIÓN LITERARIA


La ingeniería de requisitos cumple un papel primordial en el proceso de producción de software, ya que es la parte de la ingeniería de software que comprende todas las actividades necesarias para lograr una adecuada determinación de las características o condiciones que debe cumplir un software para satisfacer las necesidades del cliente. Está centrada en resolver el qué, teniendo en cuenta todos los factores que afectan y/o que pueden llegar a afectar la solución propuesta, identificando qué información debe ser procesada, qué función y rendimiento se desea, el comportamiento del sistema, que interfaces serán establecidas, que restricciones de diseño se deben tener en cuenta, entre otras. El principal objetivo de este proceso es lograr que todos los requisitos necesarios para suplir las necesidades, estén correctamente contemplados antes de iniciar con la fase de desarrollo de la solución. “La ingeniería de requerimientos, por consiguiente, proporciona el mecanismo apropiado para entender lo que el cliente quiere, analizar las necesidades, evaluar la factibilidad, negociar una solución razonable, especificar la solución sin ambigüedades, validar la especificación, y administrar los requerimientos conforme éstos se transforman en un sistema operacional.” (Aspiazu, 2001)

En el proceso de ingeniería de requisitos son importantes diversas actividades, las cuales se presentan generalmente de forma secuencial, sin embargo, en una ejecución real del proceso, y dependiendo de la metodología definida para la ejecución de este proceso, dichas actividades pueden llevarse a cabo de manera continua y en orden variado.

4.3.1 ESTUDIO DE METODOLOGÍAS EXISTENTES

4.3.1.1 MODELO POHL

El modelo de Pohl (Pohl, 1997), es un modelo iterativo en el que se definen, como se presenta en la Ilustración 1, cuatro fases principales, que según la metodología, se pueden ejecutar en cualquier orden, pero se marca una notoria secuencia sugerida en la que primero se deben elicitar los requisitos, cuyo principal objetivo es el de hacer explícito el conocimiento sobre las necesidades de los *stakeholders*. Luego, se deben alcanzar acuerdos entre los participantes del proceso, para esto, se debe llevar a cabo una negociación, asegurando que se involucran los *sakeholders* adecuados y se toman las decisiones

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

basados en la mayoría en número e influencia en el proceso. A Continuación se integran los requisitos acordados con la documentación existente y se documentan con tantas notaciones como sea necesario, con el fin de que sea entendible para todos los *stakeholders*. Finalmente se validan para garantizar que están correctamente documentados y se verifican para asegurar que cumplen con las necesidades para las cuales fueron creados.

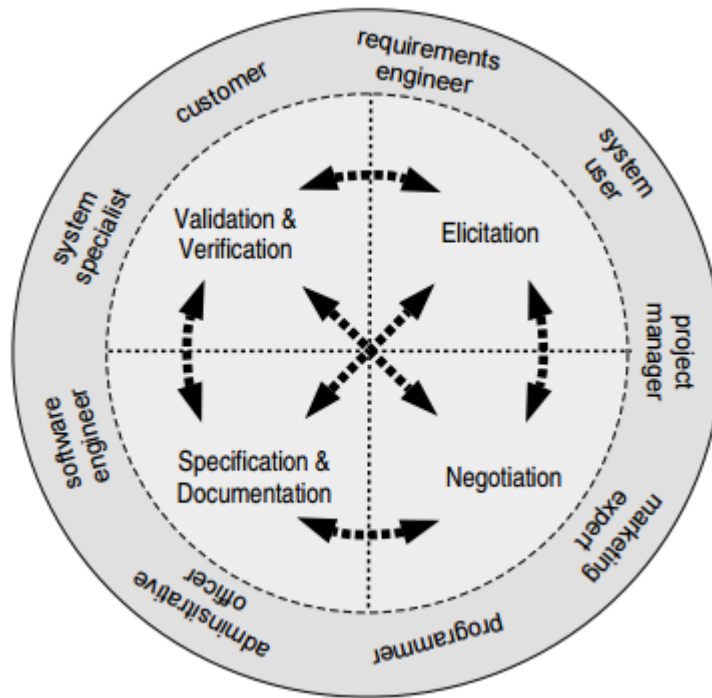



Ilustración 2 - Modelo de procesos de ingeniería de requisitos de Pohl. Tomado de: k. Pohl, Requirements Engineering: An overview. 1997, p.11.

4.3.1.2 MODELO EN ESPIRAL

El modelo en espiral (Sawyer, Sommerville, & Viller, 1997), presenta una metodología basada en solo 3 actividades principales y una cuarta actividad que es transversal a todo el proceso. Este modelo asume una naturaleza iterativa, aunque aclara que no es posible lograr que los requisitos sean perfectos, es por eso que para evitar que se aplique el modelo infinitamente, se debe establecer un nivel de aceptación alcanzable y realista.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Cómo se muestra en la Ilustración 2, el modelo propone que el proceso secuencie, que inicie por la elicitación de requisitos, en donde se deben consultar distintas fuentes de información como clientes, expertos, usuarios y demás *stakeholders*, para obtener los requisitos del sistema a desarrollar. Paso seguido, el modelo propone el análisis y la validación de estos, integrando los requisitos a documentación existente y realizando el análisis de estos. Aunque el título de esta tarea incluye la validación, no detalla, al menos en el numeral referente a esta parte del modelo, tareas propias de asegurar que los requisitos declarados pasen por un proceso de calidad. Finalmente, se deben negociar estos requerimientos entre los participantes del proceso, en el cual se puede llegar a la conclusión que se deben volver a elicitar ciertos requisitos para los que aún la información no es clara.

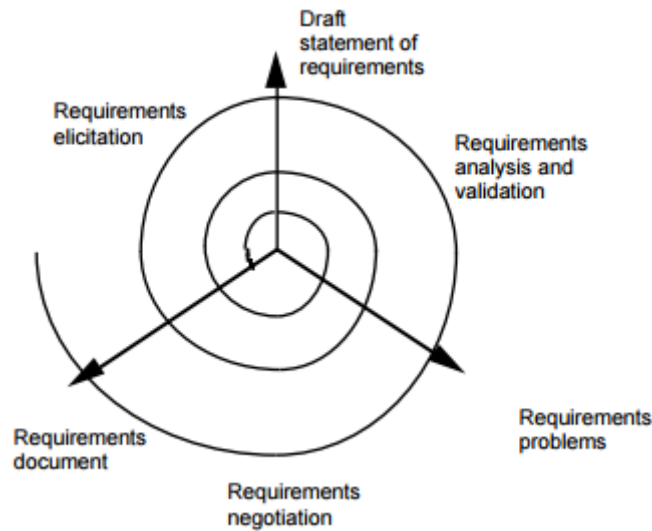



Ilustración 3 - Modelo en espiral del proceso de ingeniería de requisitos. Tomado de: Sawyer, Sommerville, & Viller, Requirements Process Improvement through the Phased Introduction of Good Practice, 1997

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.3.1.3 EL MODELO SWEBOK¹

Dentro de las 10 áreas de conocimiento que establece este documento creado por la IEEE² como producto del proyecto para producir un cuerpo de conocimiento sobre la ingeniería de software (IEEE, 1998), la novena área es quien hace referencia a la ingeniería de requisitos, y plantea, como se presenta en la Ilustración 3, un modelo de cuatro fases principales y la fase de gestión de requisitos, que aunque no se presenta en el gráfico, la incluye la descripción del modelo como una actividad transversal a la ejecución de las tareas principales.

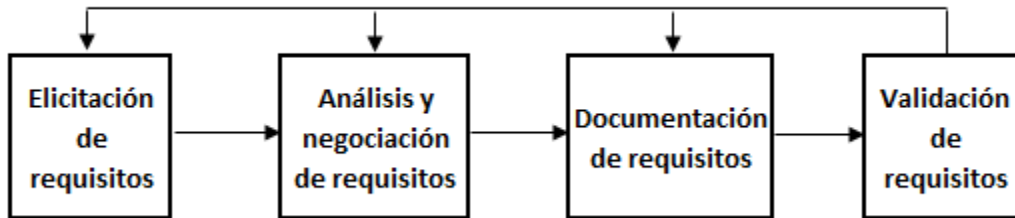


Ilustración 4 - Modelo SWEBOK de proceso de ingeniería de requisitos. Tomado de: Elaboración propia


El modelo inicia con la elicitación de requisitos, pues define que en esta tarea es donde se logra entender el problema a resolver con el software. Adicionalmente, hace especial hincapié en que se debe tener en cuenta los objetivos del proyecto³, los que deben ser definidos, según el modelo, al inicio del proceso, pues pueden considerarse como los requisitos de alto nivel de la solución, y a partir de los cuales se puede comenzar con la obtención de los requisitos más específicos. Además, declara que es fundamental el conocimiento del dominio del problema por parte del ingeniero de requisitos o de la persona que haga sus veces en el proceso, pues solo de esta manera, esta persona puede inferir el conocimiento tácito⁴, que en ocasiones, por su naturaleza, los participantes de la sesión de elicitación omiten.

¹ Software Engineering Body of Knowledge

² Institute of Electrical and Electronics Engineers

³ Se considera proyecto al proceso completo del desarrollo de software.

⁴ Que no se expresa o no se dice, pero se supone o se sobreentiende

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Acto seguido, el modelo incluye la fase de análisis y negociación de requisitos, en la que se intenta detectar los problemas entre requisitos y resolverlos en consenso con los participantes, así como también se busca definir los límites del sistema⁵, y cómo será la interacción con su entorno.

Como tercer paso en el modelo, se deben documentar los requisitos, pues es necesario tener un medio para el registro y comunicación de estos a los *stakeholders* y su posterior aprobación. Adicionalmente, es en esta parte del modelo en donde interviene con mayor fuerza, la fase transversal de gestión de requisitos, pues además de la comunicación, es necesario llevar un adecuado control de versiones por los cambios que puedan surgir como resultado de la negociación de requisitos y/o la aprobación.

Finalmente es necesario ejecutar la validación de los requisitos, pues es en este punto, en donde con mayor fuerza, se identifican los errores de los requisitos: omisiones, conflictos con otros requisitos, ambigüedades, y demás problemas de fondo con el negocio o de forma con su formato de entrega.


4.3.1.4 METODOLOGÍA DORCU6

La metodología DoRCU (Báez & Brunner, 2001), define su ejecución en cuatro etapas, como se muestra en la ilustración 4: En primer lugar, se debe realizar una elicitación de los requerimientos, pues al ser la etapa en la que se presenta la interacción con el(los) cliente(s)/usuario(s)⁷, es donde se busca comprender las necesidades y detallar todas las restricciones medioambientales. Una vez obtenidos los requerimientos de todas las partes involucradas, se pasa a la etapa de análisis de requerimientos, en donde se deben estudiar los requerimientos obtenidos para detectar requisitos contradictorios, áreas no especificadas, peticiones irrelevantes, entre otros. Como resultado de esta etapa, es posible que se requiera devolverse a la primera etapa para poder aclarar puntos que quedaron inconclusos o para aclarar nuevos requerimientos. Una vez superados todas las inconsistencias encontradas, se debe pasar a la etapa de especificación de requerimientos, en donde lo que se busca es describir todos los requerimientos obtenidos en las etapas anteriores. En esta etapa, al igual que la anterior, es muy común que, para poder obtener el resultado esperado, se requiera regresar a cualquiera de las etapas

⁵ Define qué es lo que pertenece al sistema y qué es lo que no.

⁶ Documentación de Requerimientos Centrada en el Usuario

⁷ Persona(s) para la(s) cual(es) se desarrolla el software.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

anteriores. Finalmente, se llega a la etapa de validación y certificación de los requerimientos, que es donde se consolidan los resultados obtenidos de las etapas anteriores, se integran con la documentación existente y se realiza la validación final. Como en las anteriores etapas, su resultado puede ser la necesidad de regresar a alguna de las anteriores etapas.

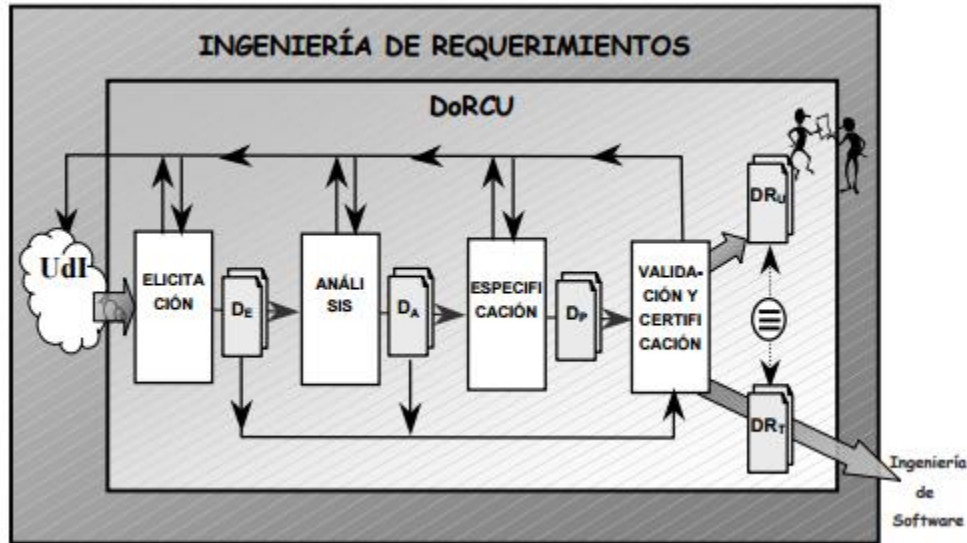



Ilustración 5- Metodología DoRCU para la ingeniería de requisitos. Tomado de: goo.gl/j8OJUJ

4.3.2 COMPARACIÓN DE LOS MODELOS DE INGENIERÍA DE REQUISITOS ESTUDIADOS

Comparando los cuatro modelos estudiados, nos damos cuenta que en general, los requisitos evolucionan de forma desigual, pues cada transición entre etapas puede sugerir la devolución a una etapa previa con algunos de los requisitos, mientras que otros pudieron seguir en su flujo normal a través del modelo; es por tanto que la construcción de la especificación de requisitos debe ser inevitablemente un proceso iterativo, así, en cada iteración, se realiza un refinamiento de los requisitos que lo requieren a través de la re-ejecución de alguna de las etapas y se llevan al mismo nivel que los demás para poder continuar. Además, este es un concepto generalizado entre las metodologías estudiadas, pues todas sugieren su modelo, que por su naturaleza de descubrimiento y comunicación, es un proceso que no puede ejecutarse de forma lineal.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Por otra parte, aunque los modelos Pohl y SWEBOK sugieren cualquier tipo de ciclo entre sus fases, a diferencia de los modelos en espiral y DoRCU, en los que los ciclos siempre deben tener una forma específica; los cuatro coinciden, directa o indirectamente, en la fase de inicio de su modelo y resaltan la importancia de esta, pues al ser la elicitación la etapa en la que se tiene el contacto con la(s) persona(s) que tiene(n) la necesidad y que tiene(n) el dominio del negocio⁸, es en este punto donde se cuenta con la fuente de información principal y más importante.

Adicionalmente, en la mayoría de los modelos estudiados, no se define clara y puntualmente cuáles deben ser los entregables⁹ de cada una de las fases, ni tampoco hacen énfasis en las técnicas disponibles para cada una de ellas y la importancia que tiene la correcta elección de estas de acuerdo a la situación actual del proyecto. Además, en ninguna de las metodologías estudiadas, a excepción de SWEBOK, hace referencia a la información, documentos o pre-requisitos con los que se deben contar antes de iniciar con el modelo, que permitan garantizar su adecuada ejecución.

Otro de los puntos importantes que no se detallan en ninguna de las metodologías estudiadas, es acerca de las habilidades, competencias y preparación con la que debe contar la(s) persona(s) encargada(s) de la ejecución del proceso.

4.4 MODELO PROPUESTO


Al analizar las metodologías objeto de estudio, encontramos tantas similitudes como diferencias, en cuanto a información incluida como la ausente, lo que nos lleva a poder identificar, de acuerdo al objetivo de este documento y apoyados en otras fuentes de información: (IEEE, 1998) (IIBA, 2009), las fases que se incluirán en la modelo propuesto y los ítems faltantes en dichos modelos que son necesarios para complementar este modelo.

En primer lugar, como ya se identificó anteriormente, debido a la naturaleza del comportamiento de los requisitos a través de las etapas de los modelos, ésta metodología será un proceso iterativo¹⁰ e

⁸ Hace referencia al proceso, sistema, empresa, etc. para el cual se va a desarrollar la solución.

⁹ Archivos o cualquier tipo de producto que se genere.

¹⁰ Que se repite varias veces (iteraciones).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

incremental¹¹, en el que se tendrá que ejecutar varias veces cada una de las fases, con el fin de refinar los requisitos y entregar un documento final que, en cada iteración, aporte valor al proceso de desarrollo del software.

4.4.1 PRE-REQUISITOS AL MODELO

4.4.1.1 COMPETENCIAS


Las competencias que aquí se sugieren, están basadas en las competencias fundamentales que sugiere el BABOK¹² en el capítulo ocho (IIBA, 2009), y no son de extrema obligación para que el modelo funcione, ni tampoco garantizan que con ellas, el modelo va a ser infalible y el producto que el ingeniero de requisitos genere sea perfecto; pero se describen para que sean tenidas en cuenta para facilitar el desarrollo del proceso.

Aprendizaje: Esta competencia está enfocada a la eficiencia de la(s) persona(s) encargada(s) de la ejecución del modelo, en comprender el dominio del negocio y como funciona, para estar en la capacidad de analizar la información obtenida y poder identificar oportunidades de crear soluciones nuevas que se ajusten a las necesidades del cliente. Además, es importante entender las mejores prácticas y principios fundamentales del negocio, para poder garantizar que la solución propuesta las contiene y que se vaya enfocada tanto a enfrentar los retos que la industria impone, como a innovar e ir a la vanguardia.

Pensamiento creativo: El BABOK (IIBA, 2009), dice que “El pensamiento creativo involucra generar ideas y conceptos nuevos, así como también encontrar asociaciones o aplicaciones nuevas de ideas y conceptos existentes.”. En este sentido, es realmente importante que la(s) persona(s) encargada(s) de la ejecución del modelo aquí propuesto cuente con esta competencia, pues el generar ideas nuevas, puede ayudar a encontrar soluciones alternativas a los problemas.

¹¹ Que se realizan pequeños desarrollos completos y se van integrando hasta lograr el desarrollo total del software.

¹² Business Analysis Body of Knowledge

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Pensamiento sistémico: Esta característica hace referencia a la capacidad de entender el conjunto de componentes de un sistema como un todo y no como partes aisladas, así como también el de reconocer sus características y comportamientos en conjunto. El(los) encargado(s) de la ejecución del modelo debe(s) estar en la capacidad de comprender las relaciones e interacción de las personas, procesos, tecnología y demás recursos como una unidad, para poder proponer soluciones enfocadas en problemas de impacto general.


Comunicación verbal y escrita: Estas habilidades le permiten al (a los) encargado(s) de la ejecución del modelo, expresar eficazmente sus ideas, información u otros asuntos. Por un lado, la comunicación verbal además de permitirle expresar de manera eficaz las ideas, expresar emociones y emitir o recibir señales no verbales, al ser una interacción directa, permite recibir respuestas inmediatas (aunque no siempre sean las deseadas). Y la comunicación escrita, le permite almacenar mayor cantidad de información por más tiempo, como lo son las memorias de las elicitaciones, los requerimientos, etc.

Trabajo en equipo: En la mayoría de los casos, requerimos trabajar en equipo, bien sea por el tamaño de los proyectos en los que se interviene o porque se requieren equipos multidisciplinarios para construir una solución, es por eso que es muy importante que la(s) persona(s) encargada(s) de la ejecución del modelo esté(n) en la capacidad de trabajar estrechamente con otros miembros del equipo, tanto para apoyarse en ellos para desarrollar sus actividades, como para apoyarlos en las de ellos, de tal forma que la solución sea implementada eficaz y eficientemente.

4.4.1.2 INFORMACIÓN


Antes de comenzar a ejecutar el modelo, se debe tener en cuenta que, con el fin de lograr un adecuado desarrollo de este, es de vital importancia poder contar con información previa:

- **Caso de negocio:** Se debe contar con un documento en el que se describa el proyecto general, el valor que se espera añadir al negocio con el desarrollo del proyecto, los beneficios cualitativos y cuantitativos, las estimaciones de costo y tiempo, y demás datos relevantes que le indiquen al

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ingeniero de requisitos, que expectativas debe cumplir y le permitan realizar una planificación adecuada de la ejecución del proceso.

- **Las necesidades del negocio:** Las necesidades del negocio definen el problema para el cual se está tratando de buscar una solución. De ahí la importancia de poder contar con esta información antes de iniciar con la ejecución del modelo, pues es una línea de partida importante.
- **Lista de *stakeholders*:** Contar con un listado detallado de las personas afectadas directa o indirectamente por el software a desarrollar es de vital importancia para la ejecución del modelo, pues basados en esta, se puede realizar una correcta elección de la técnica de elicitación que permita una cómoda y adecuada sesión de elicitación. Además le permite al ingeniero de requisitos o a quien haga sus veces, tener un panorama general de las personas de las que se puede apoyar para solución de inquietudes, aprobaciones, etc.
- **Alcance de la solución:** El alcance de la solución define qué debe entregarse con el fin de satisfacer la necesidad de negocio, como también qué no se incluirá en el producto final. Esta definición le permite conocer al ingeniero de requisitos hasta donde debe llegar en la obtención de la información y orientarse hacia la consecución de ese “objetivo”.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22


4.4.2 EJECUCIÓN DEL MODELO

Una vez la persona encargada de la ejecución del modelo tenga toda la información previa debidamente estudiada, es momento de iniciar con la ejecución del modelo, el cual consta de cuatro fases principales, para las cuales se definirá una secuencia, y una fase transversal a las cuatro principales, como se muestra en la Ilustración 5: Elicitación de requisitos, Análisis de requisitos, Documentación de requisitos, Verificación y Validación de requisitos, y Gestión de requisitos.



Ilustración 6 - Metodología propuesta. Tomado de: Elaboración propia.

Fase 1 – Elicitación de requisitos: La elicitación (traducción del término en inglés *elicitation*), hace referencia a la actividad de traspasar o transferir información de forma fluida de un ser humano a otro por medio del lenguaje. En este sentido, la elicitación de requisitos se enfoca en obtener del o de los

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22


*stakeholders*¹³, la información necesaria para determinar las características, condiciones y/o comportamiento que debe tener el software para satisfacer las necesidades del cliente. Su propósito es obtener un completo entendimiento de los requisitos del software en los *stakeholders*, e identificar los requisitos funcionales y no funcionales.

“La etapa de elicitación de requisitos abarca la primera y quizás más importante fase dentro del desarrollo de un sistema informático. Uno de los retos más importantes de la elicitación de requisitos es garantizar que los requisitos del sistema sean consistentes con las necesidades de la organización donde se utilizará el mismo y con las futuras necesidades de los usuarios.” (Villanueva, Sánchez, & Pastor, 2004). De ahí la importancia de esta primera actividad, pues “debido a que los requisitos sirven como base o fundamento para la solución de las necesidades, es sumamente importante que estos estén completos, sean claros, correctos, y coherentes.” (IIBA, 2009).

Según el estándar IEEE 830 (IEEE, 1998), los requisitos del software, deben tener las siguientes características:

- a) Correcto: El requisito debe estar siendo usado en el software.
- b) Inequívoco: El requisito tiene una única interpretación.
- c) Completo: El requisito debe estar relacionado a la funcionalidad, al desarrollo, a las restricciones del diseño, a los atributos y a las interfaces externas, además debe existir una definición de las respuestas del software a toda clase de situaciones, y debe tener la definición de todas las condiciones y unidades de medida, así como todas las etiquetas llenas y referencias a todas las figuras, tablas y diagramas necesarios para su entendimiento.
- d) Consistente: Debe estar de acuerdo con algún documento de nivel superior, como una especificación de requisitos de sistema.
- e) Delinear que tiene importancia y/o estabilidad: Cada requisito debe tener un identificador para indicar la importancia o estabilidad de este.
- f) Comprobable: Una persona o máquina debe poder verificar que el producto del software reúne las condiciones que el requisito declara.

¹³ Son todos aquellos afectados directa o indirectamente por el software a desarrollar.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- g) Modificable: La estructura y estilo del requisito debe permitir hacer cualquier cambio fácilmente sin afectar su integridad o la de otro requisito asociado.
- h) Identificable: El origen de cada uno de los requisitos debe estar claro y facilitar las referencias de cada requisito en el desarrollo futuro o documentación del mismo (IEEE, 1998).

Es de vital importancia tener en cuenta que existen varios tipos de requisitos: "(a) funcionales: son los que el usuario necesita que efectúe el software; (b) no funcionales: son los "recursos" para que trabaje el sistema de información (redes, tecnología); y (c) empresariales u organizacionales: son el marco contextual en el cual se implantará el sistema para conseguir un objetivo macro." (Pytel, y otros, 2011). Cada uno de ellos cumple un papel importante en la documentación requerida para el desarrollo de software y por ende este modelo, sugiere que se contemplen los tres tipos aquí descritos, con el suficiente detalle y completitud, a fin de obtener un documento final completo y con calidad, que aporte valor real al proyecto.


Dentro de esta fase, se identifican 3 tareas principales:

1. Preparación de la elicitación
2. Ejecución de la elicitación
3. Documentación de la información

1. **Preparación de la elicitación:** El objetivo de esta actividad es asegurar que todos los recursos necesarios estén organizados y programados para la realización de las actividades de elicitación. Se debe tener en cuenta el grupo de *stakeholders* que van a intervenir en el proceso de elicitación, su ubicación geográfica, su lenguaje, disponibilidad, y todos los factores que puedan afectar la realización de la sesión.

El BABOK, en su capítulo 3, recomienda una lista de nueve técnicas de elicitación:

- Tormenta de ideas
- Análisis de documentos

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22


- Grupos de opinión
- Análisis de interfaces
- Entrevistas
- Observación
- Prototipos
- Talleres de requerimientos
- Encuestas y cuestionarios

Todas y cada una de ellas, válidas para la ejecución de un proceso de elicitación; pero al revisar en detalle cada una de ellas y enfocados en el objetivo de este documento, este modelo propone que la técnica más apropiada para las condiciones en las que se debe trabajar, la ubicación de los *stakeholders*, la ubicación del equipo encargado del desarrollo de la solución y los medios de comunicación actuales; son las entrevistas:

Entrevista

Según el BABOK (IIBA, 2009), una entrevista “es un enfoque sistemático diseñado para obtener información de una persona o grupo de personas en un contexto informal o formal hablando con un entrevistado, haciendo preguntas relevantes y documentando las respuestas”. En este sentido, es de suma importancia que, la(s) persona(s) que cumpla(n) el rol de entrevistador(es) en esta sesión, tengan claro el problema que se planea solucionar, las necesidades de los *stakeholders*, el alcance planteado y que tengan una idea del rol de cada uno de los asistentes a la sesión, de su relación e interacción con el proceso y de su interés en la solución que se planea desarrollar. Es en este punto en donde se materializa la importancia de los pre-requisitos que el modelo propone, pues contar con esta información antes de la sesión de elicitación, le permite al entrevistador(es) llegar con un conocimiento muy amplio, dándole la posibilidad de plantear preguntas efectivas y hacer más eficiente el tiempo del que disponga para la sesión.

Adicionalmente se debe preparar un cronograma, en el cual se detallen las tareas y las fechas planificadas, y enviarlo a los *stakeholders* con suficiente antelación, para permitirles planificar y

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22


reservar el espacio para este evento. En este punto es importante que, en conjunto con el cronograma de actividades, se pregunte a los *stakeholders* adecuados¹⁴, si consideran que existe documentación relevante que puedan compartir y que el elicitador(es) pueda(n) utilizar y estudiar antes de la sesión de elicitación.

- 2. Ejecución de la elicitación:** Este modelo sugiere que la ejecución de la elicitación, se lleve a cabo por un grupo de 2 personas, pero solo una de ellas sea la encargada de la documentación de los requisitos, pues este esquema de trabajo por pares, además de permitir contar con un respaldo de información en caso de que alguna de las dos personas no esté disponible por cualquier motivo, permite garantizar la calidad del documento final, en cuanto a completitud de la información y en ajuste de esta con lo expresado por los *stakeholders*, pues al ser una persona “ajena” a la documentación, le permite encontrar falencias que la misma persona que ejecuta el proceso de documentación, difícilmente va a identificar, como claridad en la redacción, errores por desconocimiento de los lineamientos de documentación, entre otros. Este beneficio se verá reflejado en la ejecución de la verificación y validación de los requisitos.

En esta actividad, simplemente lo que se debe hacer es llevar a cabo lo planificado: reunirse con los *stakeholders*, obtener la información relevante para el completo entendimiento del problema y de los requisitos que debe cumplir la solución propuesta, se deben solucionar las inquietudes tanto del entrevistador(es) con respecto al estudio previo de la documentación, como de los asistentes, o por lo menos quedar con el compromiso de enviar una respuesta en cuanto sea posible.

- 3. Documentación de la información:** Esta actividad se debe ejecutar parcialmente en paralelo a la ejecución de la elicitación, pues durante la entrevista, es importante registrar la información obtenida por el método que el(los) entrevistador(es) considere(n): apuntes escritos, grabación de audio, filmación, fotografías, etc. Lo importante es que no se pierdan detalles importantes que se digan durante la entrevista. Posterior al cierre de la sesión de elicitación, se debe generar

¹⁴ Hace referencia a que no todos los *stakeholders* pueden ser los indicados para proporcionar información complementaria.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

un resumen del resultado de la sesión de elicitación, un documento formal en el que se incluyan asuntos identificados por los *stakeholders*, riesgos, supuestos, limitaciones, pendientes ¹⁵ con los que haya quedado cada uno de los participantes, tanto entrevistador(es) como entrevistados y otra información relevante.


Dentro de la ejecución de esta tarea, puede darse lugar a que surja la necesidad de aclarar ciertos aspectos sobre los que no hay completa claridad, o nuevas dudas que surgieron al momento de documentar la información y poder pensar con un poco más de calma. En este punto, dependiendo de la complejidad de la aclaración que se requiere, puede ser suficiente con solicitar la aclaración de dichas dudas por medios de comunicación convencionales: correo electrónico, llamada telefónica, etc., o por el contrario, puede darse el caso de que se requiera realizar otra sesión de elicitación, con una parte o la totalidad de los *stakeholders* asistentes a la anterior sesión. En este caso, se deben volver a ejecutar los pasos del 1 al 3 como si fuera la primera vez.

Fase 2 - Análisis de requisitos: Según el BABOK (IEEE, 1998), el análisis de requisitos “comprende la definición de los requerimientos de los *stakeholders*, los cuales describen lo que una solución debe ser capaz de hacer para satisfacer las necesidades de uno o más grupos de *stakeholders*, y los requerimientos de la solución, los que describen el comportamiento de los componentes de la solución con suficiente detalle para permitir que sean construidos.”.

Una vez se hayan documentado los requisitos que declararon los *stakeholders* en la fase de elicitación, el(los) encargado(s) de la ejecución del modelo debe(n) analizarlos, y a partir de ellos, definir con suficiente detalle, las características y condiciones que la solución debe cumplir para satisfacer las necesidades de los *stakeholders*.

Dentro de la ejecución de esta fase, se destacan 2 tareas, que aunque son pocas, son de sumo cuidado e importancia dentro del desarrollo del modelo:

¹⁵ Asuntos no resueltos durante la sesión de elicitación, pero con compromiso de solución.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22


- Priorizar los requisitos
- Organizar los requisitos

1. Priorizar los requisitos: El objetivo de esta actividad es identificar los requisitos de mayor impacto en cuanto a importancia para el proyecto, costo, tiempo, riesgo, dificultad, entre otros; para que el equipo pueda prepararse para aquellos en los que requiera una mayor concentración de esfuerzo, un análisis posterior, o de ser necesario, la obtención de los recursos humanos con las habilidades requeridas para su desarrollo. Según el BABOK (IIBA, 2009), la priorización de los requerimientos “es un proceso de decisión usado para determinar la importancia relativa de los requerimientos”.

2. Organizar los requisitos: El propósito de organizar los requerimientos, es identificar las relaciones de dependencia entre ellos y sus interrelaciones, para construir una estructura organizada de los requisitos y un conjunto de relaciones bien documentado. Según el BABOK (IIBA, 2009), “Los requerimientos por sí solos no son complejos; son las relaciones y las interdependencias entre los requerimientos las que añaden el elemento de complejidad.”, de ahí la importancia de esta actividad, pues de una buena organización de los requerimientos, depende una estimación más acertada y una preparación adecuada del equipo para afrontar el desarrollo de la solución.

Fase 3 - Documentación de requisitos: Esta fase, comprende la documentación de los requisitos de forma detallada. En este punto, es necesario que la(s) persona(s) encargada(s) de la ejecución del modelo, cuente(n) con habilidades de expresión escrita muy definidas, pues es necesario ser lo suficientemente claros para que el documento, que en esta fase se produce, sea útil y de fácil entendimiento, tanto para las personas encargadas del desarrollo e implementación de la solución, como para los *stakeholders*, que aunque son los expertos en el negocio, si el documento no cuenta con la suficiente claridad, será muy difícil que puedan revisar y aprobar los requisitos antes de desarrollarlos, lo que supone trabajo extra que inflará los costos y tiempos innecesarios al proyecto.

Al igual que la fase de elicitación, el BABOK (IIBA, 2009) sugiere una serie de técnicas que aquí se pueden utilizar y que, dependiendo del conocimiento técnico de los *stakeholders*, el tiempo, las herramientas, el alcance del proyecto, y demás factores, se debe elegir una o varias de ellas:

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22


- Diccionario de datos y glosario
- Diagramas de flujo de datos
- Modelado de datos
- Modelado de la organización
- Modelado de procesos
- Prototipos
- Escenarios y casos de uso
- Diagramas de secuencia
- Diagramas de estado
- Historias de usuarios

Luego de analizar cada una de estas técnicas, y siguiendo el lineamiento de la empresa objetivo de este documento de acoplarse a marcos de trabajo ágiles, este modelo sugiere, para la documentación del detalle de los requisitos, la utilización de historias de usuario.

Historias de usuario: Según el BABOK (IIBA, 2009), una historia de usuario es “es una descripción textual de cosas que la solución necesita permitir que los usuarios hagan. Las ‘historias de usuario’ son habitualmente una oración o dos que describen quién usa la historia, la meta que ellos tratan de alcanzar y cualquier información adicional que puede ser crítica para el entendimiento del alcance de la historia.”

Las historias de usuario son una técnica que, aunque no está contemplada como parte del marco de trabajo SCRUM¹⁶, este sugiere su utilización por ser una técnica que permite describir los requisitos (funcionales, no funcionales y de negocio) en palabras de los usuarios que, además de ser una técnica simple y fácil de entender, permite que el documento resultante sea comprendido fácilmente tanto por los *stakeholders* como por los integrantes del equipo encargados de desarrollar el software, quienes requieren un detalle mucho más técnico.

¹⁶ Marco de trabajo ágil

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Las historias de usuario, como se muestra en la ilustración 6, deben estar constituidas por tres partes principales: un actor, quien es la persona que utilizará y/o será beneficiada de la funcionalidad; un 'qué', en donde se describe a un alto nivel el requisito; el beneficio que ésta funcionalidad agrega al negocio. Adicionalmente, es necesario definir unos criterios de aceptación, los cuales deben cumplirse a fin de que la solución sea aceptada por los *stakeholders* y por ende, sirven como base para el equipo de personas encargadas de la implementación de los requisitos.

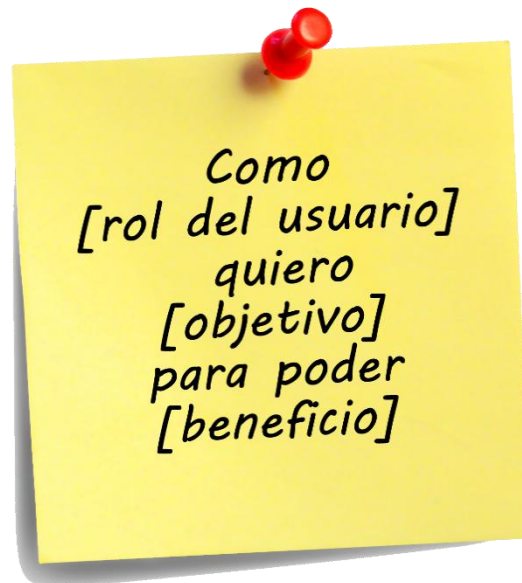



Ilustración 7 - Ejemplo de historias de usuario - Tomada de: <https://goo.gl/XkhX7n>

Es claro que usualmente se presentan situaciones en las que con solo una historia de usuario no es suficiente para dar el suficiente detalle que se requiere para que el equipo encargado de la implementación y los *stakeholders* comprendan completamente la funcionalidad que se desea transmitir, en ese caso, es más que válido la utilización de cualquiera de las demás técnicas descritas en esta fase para complementar la historia de usuario, siempre y cuando se realice una referencia clara y consistente con el diagrama o documento complementario.

Fase 4 - Verificación y Validación de requisitos: La esencia de esta fase está en poder garantizar un alto nivel de calidad en el producto generado, permitiendo que los requisitos se puedan utilizar eficazmente en la implementación de la solución propuesta. Esta fase es de vital importancia, pues además de poder garantizar que los requisitos fueron definidos correctamente, es en este punto en donde es posible identificar errores que se hayan cometido durante las fases anteriores y corregirlos en un punto en el

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

que, aunque genera impacto, es un “retraso” aún aceptable en costos y tiempos para el estimado general del proyecto, si es comparado con la realización de esta corrección en fases posteriores.

En esta fase se diferencian dos actividades principales:

- Verificación y validación
- Comunicación de los hallazgos


1. **Verificación y validación:** Es en este punto en donde cobra real importancia la propuesta del trabajo por pares, pues no se considera válido que la misma persona que realizó la documentación de los requisitos, sea quien los revise, ya que su redacción va a seguir pareciendo coherente cada vez que la lea; es por eso se recomienda que la persona que acompañó la(s) sesión(es) de elicitación, sea la encargada de ejecutar este proceso.

Para garantizar que los requisitos están correctamente definidos (verificación), estos deben cumplir las características que se enunciaron en la fase de elicitación (IEEE, 1998):

- a) Correcto
- b) Inequívoco
- c) Completo
- d) Consistente
- e) Delinear que tiene importancia y/o estabilidad
- f) Comprobable
- g) Modificable
- h) Identificable

Cualquier requisito que no cumpla con alguna de las características establecidas, debe ser documentado con el suficiente detalle, de tal forma que permita la plena identificación posteriormente por la persona encargada de realizar los ajustes.

Adicionalmente, es necesario garantizar que los requisitos cumplen con las exigencias del negocio (validación), tal cual como se definieron en la fase de elicitación, pues es sumamente importante que se

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

pueda asegurar que todos los requisitos expresados por los *stakeholders*, están cubiertos al menos por alguno de los requisitos documentados en las historias de usuario y/o documentos adjuntos.


Una parte esencial en este punto, es la completa documentación de los hallazgos¹⁷, pues de esta depende la comunicación efectiva de las observaciones que se tengan sobre los requisitos y es la guía que le permitirá a la persona que realizó la documentación de los requisitos, realizar los ajustes necesarios para garantizar la calidad del documento final. Para la ejecución de esta tarea existen infinidad de métodos y herramientas que ayudan con no solo la documentación, sino también con la gestión completa de los hallazgos, pero no son de imperativo uso para lograr un excelente resultado; ya depende de la disponibilidad de licencias de software con que cuente cada equipo encargado de la ejecución del modelo y de su conocimiento en el manejo de estas.

2. **Comunicación de los hallazgos:** Una vez realizadas las tareas de verificación y validación de los requisitos, se deben comunicar los hallazgos a la persona encargada de solucionarlos, que en este caso, debido a la metodología propuesta de trabajo por pares, es la persona quien documentó los requisitos. Todos ellos deben ser revisados y devueltos a la fase del proceso de ingeniería de requisitos que sea necesaria, con el fin de realizar el ajuste requerido. Es de aclarar que en este punto, la persona encargada de realizar los ajustes requiera de una explicación, o simplemente no esté de acuerdo con alguna de las observaciones, en este caso, la persona que realizó la verificación y la validación de los requisitos, debe realizar las aclaraciones pertinentes para su completo entendimiento y/o llegar a un consenso en cuando a la observación presentada con la persona encargada del ajuste.

Fase transversal - Gestión de requisitos: Esta fase, al igual que las otras, es de suma importancia para garantizar que el producto final cuente con la calidad necesaria para ser un insumo que genere valor al resto del ciclo de vida del desarrollo de software en el que se está interviniendo con el proyecto, pues dependiendo de una adecuada gestión de los requisitos, se dará de manera más fluida el paso de los requisitos por cada una de las fases principales que este modelo propone.

Esta fase supone dos tareas principales:

¹⁷ Cualquier tipo de observación que se tenga respecto a los requisitos

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Comunicación de los requisitos
- Administración de los requisitos


1. **Comunicación de los requisitos:** La comunicación de los requerimientos se puede dar por medio de conversaciones, documentos, emails, presentaciones, etc., es por eso que esta tarea requiere que la persona encargada de la realización de esta tarea, cuente con un conjunto de habilidades que le permitan que la comunicación sea concisa, apropiada y eficaz.

Debido a que el modelo propuesto es un proceso iterativo, es casi imposible que se tengan planeadas todas las comunicaciones que se van a dar durante su ejecución; además, debido a que el objetivo de este modelo es el de realizar un proceso de manera ágil, no es necesario que toda la comunicación sea formal, pues que esta se dé de manera informal, es en ocasiones necesaria y sana, en el sentido en el que debe existir cierto nivel de confianza entre el equipo de trabajo y los *stakeholders* para que la ejecución del proceso y la obtención de los objetivos fluya.

El objetivo de esta tarea, es el de mantener informados a los *stakeholders* acerca de los requerimientos, pues es esencial para que ellos tengan un entendimiento común de estos y estén informados de los cambios que puedan llegar a surgir.

2. **Administración de los requisitos:** En esta tarea lo que se debe buscar es asegurar que los *stakeholders* con la autoridad correspondiente, conocen y aprueban los requisitos frente a cada uno de los cambios que en ellos se puede llegar a presentar; además de la administración de todos los asuntos que puedan surgir durante cualquiera de las fases del modelo, como por ejemplo la atención de pendientes que se puede presentar durante la fase de elicitación de requisitos o la solución de inquietudes que puedan surgir en la fase de análisis.

Al finalizar la primera fase del modelo propuesto, se debe buscar una aprobación de los requisitos declarados en esta, y con estos, se puede establecer una línea base en la que cualquier cambio a los requisitos, si así se pactó, causaría la ejecución de un proceso de control de cambios, con el cual se puede llevar un mejor control y seguimiento a los cambios que se presenten.


	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

En conclusión, encontramos que existen varios problemas en el proceso actual identificado y analizado, como por ejemplo la falta de documentación oficial de dicho proceso, lo que permite que cada integrante del equipo trabaje “a su gusto”, basándose en las experiencias vividas y las buenas practicas que cada uno ha adquirido, pero no en conjunto, perdiendo totalmente el inmenso poder que tiene la documentación en cuanto a la transferencia de conocimiento y desperdiciando el potencial que puede aportar, el contar con un estándar de trabajo y el poder enriquecerlo día a día con las lecciones aprendidas y las buenas practicas que cada integrante ha adquirido anteriormente.

Por otra parte, se puede concluir que hay un alto impacto el no poder contar con información previa al inicio de la ejecución del proceso de ingeniería de requisitos en los proyectos de desarrollo de software, pues en la mayoría de los casos, la persona encargada de llevar a cabo el proceso, llega sin ningún conocimiento previo y, como no es lo mismo pensar con calma que con el calor de una sesión de elicitación –cuando se puede contar con ella-, muchas preguntas que cuya solución puede aportar significativamente al óptimo flujo de los requisitos a través del proceso, nunca se conciben, o simplemente surgen en el momento en el que ya es un error que implica un costo considerable en tiempo y dinero.

Adicionalmente se ratifica la importancia que tiene la fase de elicitación de requisitos y lo relevante que resulta la elección de una adecuada técnica para la ejecución de esta fase, pues al utilizar el estudio de documentación como única técnica de elicitación de requisitos, y debido a que esta técnica es de una sola vía de comunicación (lo que el lector puede obtener y/o inferir, pero sin tener la posibilidad de realizar preguntas y obtener respuestas), se hace necesario tener que valerse de herramientas y procesos adicionales para poder lograr obtener información relevante para la ejecución del resto del proceso de ingeniería de requisitos, agregando así complejidad innecesaria al desarrollo de esta fase, que puede aumentar el riesgo de pérdida u omisión de información, en lugar de utilizar otras que, debido a las condiciones y características de la empresa, se ajustan y pueden aportar mucho mayor


	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

entendimiento de las necesidades del negocio y de los requisitos que la solución debe cumplir para satisfacerlas. Es por eso que el modelo propone la utilización de la entrevista, pues es una técnica mucho más versátil, que aporta interacción entre las partes y permite que se solucionen dudas casi de inmediato, además de poder tener la comunicación no verbal (gestual), la cual entrega información que difícilmente se pueden plasmar en un documento, pero que aporta contenido a la comunicación.


Finalmente, se propuso un modelo de requisitos que permita mitigar los impactos en los proyectos de desarrollo de software causados por los problemas identificados, incluyendo los prerrequisitos de información y una sugerencia de habilidades, que se deben tener en cuenta antes de iniciar con el proceso de ingeniería de requisitos, para contar con la suficiente información para que las personas encargadas de la ejecución de la fase de elicitación puedan preparar la sesión de elicitación, que surjan preguntas y así aprovechar el tiempo destinado para este fin. Adicionalmente el modelo propone una metodología de trabajo por pares, en donde la sesión de elicitación de requisitos es dirigida por dos personas, pero solo una de ellas es la encargada de la documentación de los requisitos, para que así, la persona que no documentó los requisitos, sea quien haga la verificación y validación de los requisitos y se garantice un nivel más alto de calidad del producto final.

Teniendo en cuenta el contenido del proyecto, se realizan las siguientes recomendaciones:

- Para la implementación correcta de la metodología de ingeniería de requisitos, es muy importante que se involucre a todos los interesados, ya que es natural que el mejoramiento empresarial sea complejo y que muchas personas estén reacias al cambio. Pero si todos los afectados por el proyecto están enterados de su objetivo y alcance, estarán más dispuestas a colaborar con la solución.
- Las historias de usuario se han convertido en la metodología más utilizada para describir lo que se desea poder hacer en el sistema, sin embargo, es una metodología difícil de aplicar, ya que estas son claramente un poco vagas en cuanto a descripción y pueden requerirse varias iteraciones de refinamiento, por lo que es necesario que el equipo esté abierto a la colaboración con los usuarios, el cliente, el equipo y demás actores, para que las historias de usuario puedan ser el método de documentar requisitos más apropiado para la ejecución del proyecto.


	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Para trabajo futuros, se podría incluir en el modelo, el detalle de la documentación que en cada una de las fases de desarrolla y se complementa a través de cada una de las iteraciones, para que sea un apoyo mucho más completo y útil frente a la ejecución del proceso de ingeniería de requisitos de la empresa. Además, se podría ampliar el alcance del modelo, no solo al proceso de ingeniería de requisitos, sino también podría convertirse en un marco de trabajo que pueda ser aplicado al ciclo de vida completo del desarrollo de software y hasta puede llegar a aplicarse, según como se defina, a cualquier proyecto de desarrollo de productos o servicios.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

6. REFERENCIAS

-
- Aspiazu, G. C. (2001). *Universidad mayor de San Andres*. Recuperado el Julio de 2016, de <http://www.umsanet.edu.bo/docentes/gcho-que/Art_IngRequerim.pdf>
- Báez, G., & Brunner, S. B. (2001). Metodología DoRCU para la Ingeniería de Requerimientos.
- Bourque, P., Depuis, R., & Abran, A. (1999). *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge*.
- Calvo, E. (s.f.). *BSGrupo*. Obtenido de <https://bsgrupo.com/bs-campus/blog/Apalancamientos-Operativo-y-Financiero-69>
- Cardona, L. F. (06 de 2007). Caracterización del proceso y herramientas metodológicas de la ingeniería de requerimientos para aplicaciones de sistemas de información geográfica. *Ingeniería e Investigación*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092007000100016
- González, M. (13 de 2 de 2015). *Avanza*. Obtenido de http://www.avanzaproyectos.com/blog/gestion-de-requisitos-en-proyectos/#_ftn1
- IEEE. (1998). *Prácticas recomendadas para la especificación de requerimientos de software*. Nueva York, Estados Unidos de Norteamérica.
- IIBA. (2009). *Guía sobre los fundamentos del conocimiento del análisis de negocio*. Toronto, Ontario, Canadá.
- Martínez, J. C. (06 de 2004). *Análisis Comparativo de Técnicas, Metodologías*. México : Centro de Investigación y de Estudios. Obtenido de <https://www.cs.cinvestav.mx/TesisGraduados/2004/tesisJuanCarlosM.pdf>
- Pohl, K. (1997). Requirements Engineering: An overview. *Encyclopedia of Computer Science and Technology*.
- Pressman, R. S. (2002). *Ingeniería del Software Un enfoque práctico*. MC Graw Hill.
- Pytel, P., Uhalde, C., Ramón, H., Castello, H., Tomasello, M., Pollo-Cattaneo, M., . . . García-Martínez, R. (2011). INGENIERÍA DE REQUISITOS BASADA EN TÉCNICAS DE INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO. *XIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, (págs. 426-429). Argentina.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Rincón, N. R. (2014). *¿PORQUE FRACASAN LOS PROYECTOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE?* Bogotá D.C.: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA.

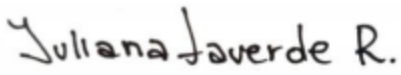
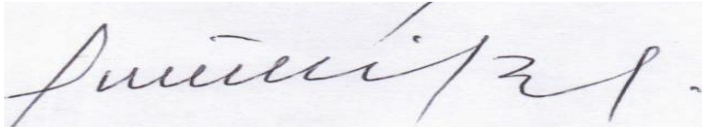
Royo, S. d. (06 de 2013). *ELICITACION Y ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS*. Argentina: Universidad Nacional de La Plata.


Ruiz, J. J. (2004). *¿Por Qué Fracasan los Proyectos de Software?; Un Enfoque Organizacional*. México,D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.

Sawyer, P., Sommerville, I., & Viller, S. (1997). Requirements Process Improvement through the Phased Introduction of Good Practice. *Software Process Improvement and Practice*, 19-34.

Toro, A. D. (05 de 2000). *Un Entorno Metodológico de Ingeniería de Requisitos para Sistema de Información*. Sevilla: Universidad de Sevilla.

Villanueva, I., Sánchez, J., & Pastor, Ó. (2004). *Elicitación de requisitos en sistemas de gestión*. Valencia. España.

FIRMA ESTUDIANTES	 _____ _____ _____
FIRMA ASESOR	 _____
FECHA ENTREGA: <u>11 de octubre de 2016</u>	

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO___ ACEPTADO___ ACEPTADO CON MODIFICACIONES_____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____