UNIVERSIDAD EAFIT

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA

MAESTRÍA EN INGENIERÍA

ESTUDIO EMPÍRICO SOBRE EL PROCESO Y LA PRODUCTIVIDAD DE LA INGENIERÍA DE REQUISITOS EN LAS EMPRESAS ANTIOQUEÑAS DE SOFTWARE

2013

LUZ JANETTE VÉLEZ MEJÍA

Marzo de 2014

UNIVERSIDAD EAFIT

ESCUELA DE INGENIERÍA

LUZ JANETTE VÉLEZ MEJÍA

ESTUDIO EMPÍRICO SOBRE EL PROCESO Y LA PRODUCTIVIDAD DE LA INGENIERÍA DE REQUISITOS EN LAS EMPRESAS ANTIOQUEÑAS DE SOFTWARE

Trabajo de Investigación dirigido a optar
el título de Magister en Ingeniería

Asesor
Doctor
Alberto Antonio Restrepo Velásquez
Escuela de Ingeniería Universidad Eafit

Medellín, Marzo de 2014

Dedicatoria
A mi familia motor de mi vida

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a Dios por brindarme posibilidades tan impensables en mi vida como esta y por rodearme a lo largo del camino de familia y amigos.

Agradezco inmensamente además a mi asesor por acompañarme en el proceso entregándome no solo sus capacidades académicas, sino además por compartir su conocimiento y experiencia que me abrieron y abonaron el camino posibilitando alcanzar este objetivo.

Y doy gracias muy especialmente a todas las personas amigos y colegas de las organizaciones que participaron en este estudio, quienes depositaron su confianza suministrando información de sus empresas y atreviéndose a relatar sus sueños y expectativas en un tema tan importante para las organizaciones como es el proceso de desarrollo software, esperando lograr con este estudio mejoras en el proceso.

RESUMEN

Este estudio tiene como finalidad, encontrar las mejores prácticas, retos y desafíos que enfrentan las empresas que desarrollan productos de software a medida en el departamento de Antioquia - Colombia, considerando específicamente del proceso de desarrollo software la Ingeniería de Requisitos. La base de esta investigación fue un estudio realizado en Brasil [1]. Sin embargo el presente estudio se investiga el desarrollo de Software a medida en aspectos como la metodología utilizada, las herramientas de apoyo, el proceso como tal y las mejores prácticas y fue realizado sobre doce (12) empresas a nivel regional. Entre las principales conclusiones del estudio se puede destacar: 1) Se requiere que durante la IR se logre mayor conocimiento del negocio y se ofrezcan soluciones que orienten al cliente y le generen valor, sin esperar que sea necesariamente este quien las encuentre. 2) La IR requiere de una documentación clara, corta y entendible para todo el equipo de desarrollo. 3) Se deben establecer procesos que permitan gestionar los cambios y estos deben ser claros para los desarrolladores y conocidos por el cliente.

Palabras claves: Ingeniería de Requisitos, elicitación, mejores prácticas, desafíos, retos, negocio, documentación y gestión del cambio

ABSTRACT

Abstract: This study aims to find the best practices and challenges that the Antioquia-Colombia's enterprises who sell tailor made software have to face, considering specifically the IR development process. This document is a replica of a study that was made in Brazil. This study analyzes some aspects such as the methodology, the support tools, the process and best practices. And it was realized about twelve (12) regional enterprises. The principal conclusions are: 1) It´s necessary to get during the IR the best business knowledge and it´s also necessary to offer solutions that mean some value. 2) The Requirements Engineering needs a clear documentation and understandable for all development group. 3) It´s necessary make enabled process to the change management.

Key words: Requirements engineering, elicitation, challenges, business, documentation and Change management.

Nota de aceptación

Asesor:

Jurado 1:

Contenido

Contenido

AGRADECIMIENTOS 4
RESUMEN 5
ABSTRACT 5
Contenido 7
LISTA DE TABLAS 10
LISTA DE FIGURAS 11
LISTA DE GRÁFICAS 12
1. CAPITULO INTRODUCCIÓN 13
1.1. Motivaciones 13
1.2. Alcance de la Tesis 14
1.3. Contribuciones 16
2. CAPÍTULO INGENIERÍA DE SOFTWARE 20
2.1. Definición del ámbito 20
2.2. Enfoque de tecnología multicapa 21
2.3. Fases de ingeniería de software 24
2.4. Descripción general de Ingeniería de Requisitos 28
2.4.1 Definiciones de requisitos. 29
2.4.2 Elicitación de Requisitos 32
2.4.3 Técnicas de elicitación de requisitos 33
2.4.4 Los requisitos del negocio. 36
2.4.5 Los casos de uso o escenarios: 36
2.4.6 Las reglas de negocio. 37
2.4.7 Requisitos funcionales. 37
2.4.8 Atributos de calidad. 37
2.4.9 Requisitos de interfaz externos. 37
2.4.10 Restricciones. 37
2.4.11 Las definiciones de datos. 38
2.4.12 Ideas solución. 38
2.4.13 Algunas precauciones Acerca de la Elicitación 38

2.5. Una visión general de Experimentación en Ingeniería de Software [22] 41
2.5.1. Aportes del software experimental 41
2.5.2. Definición de software experimental: 42
2.5.3. Fines de la experimentación: 42
2.5.4. Paradigma utilizado en experimentación 43
2.6. Definición del experimento 44
2.7. Planificación del experimento 45
2.8. Realización del experimento 46
2.9. Interpretación del experimento 46
2.10. Final 46
3. CAPÍTULO IMPACTO DE LA INGENIERÍA DE REQUISITOS DE SOFTWARE DESARROLLO DE PRODUCTOS 48
3.1. Realidades acerca de la ingeniería de requisitos de software 49
3.2. El Triage 55
3.3. Las necesidades de los actores: 56
3.4. La definición y Gestión de Requisitos: 58
3.5. Consideraciones Finales: 59
4. CAPÍTULO PARADIGMA CUALITATIVO 61
4.1. Resumen del Método de Investigación 61
4.2. Paradigma cuantitativo 62
4.3. Paradigma cualitativo 62
4.4. Formulación del problema 66
4.5. Técnicas de recolección de datos 66
4.5.1. Encuestas 66
4.5.2. Entrevista Semi-Estructurada 68
4.5.3. Grupo de Discusión 70
4.5.4. Observación y Etnográfica 72
4.5.5. Pre-Testing 73
4.5.6. Recopilación de datos 73
4.5.7. Datos de transcripción 74
4.5.8. Análisis e Interpretación de los Datos 75
4.5.9. Teoría de Códigos 75

4.5.10. Codificación temática 77
4.5.11. Análisis cualitativo de contenido 78
Se citan a continuación una serie de pasos para el análisis cualitativo. Donde 79
4.6. Comparación de las características principales del método Cualitativa y Cuantitativa 80
4.7. Final 83
5. CAPÍTULO PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO EMPÍRICO 84
5.1. Definición del Estudio 84
5.2. Planteamiento del Estudio: 105
5.3. Finalización del Estudio 110
5.4. Observaciones finales 113
6. CAPITULO RESULTADOS DEL ESTUDIO EMPÍRICO 115
6.1. Interpretación del Estudio 115
6.2. Resultados 116
6.2.1. Caracterización de las Organizaciones 117
6.2.2. Caracterización de los Empleados Adscritos a la Organización 119
6.2.3. Caracterización de los clientes de las organizaciones 125
6.2.4. Caracterización del Proceso de Desarrollo en la Organización 133
6.3. Algunos aspectos a mejorar en Ingeniería de Requisitos: 164
7. CAPÍTULO CONCLUSIONES, TRABAJOS FUTUROS, MEJORES PRÁCTICAS 167
7.1. Conclusiones 167
7.2. Estudios futuros: 171
7.3. Buenas Prácticas: 171
8. Apéndice A Encuesta sobre la Caracterización de Las Empresas que Desarrollan Productos Software en Antioquia Colombia. 173
9. Apéndice B Entrevista sobre la Caracterización del proceso de Desarrollo Software y la Ingeniería de Requisitos en las Empresas que Desarrollan Productos Software en Antioquia Colombia. 182
BIBLIOGRAFÍA 187

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Sample CRUDL matriz for the chemical tracking system. (Tomada de 10-1SW_Requirements_Ch7)..... 39
Tabla 2. Escopos Empiricos. Tomada de [per] en [11]..... 45
Tabla 3. Caracterización de las Empresas..... 118
Tabla 4. Nivel de inglés entre los empleados adscritos al proceso de desarrollo software120
Tabla 5. Certificaciones..... 124
Tabla 6. Criterios de clasificación de clientes..... 127
Tabla 7. Insatisfacción de los clientes en el proceso de desarrollo software..... 129
Tabla 8. Relación de roles presentes en las organizaciones..... 134
Tabla 9. Lenguajes de desarrollo software utilizados por las organizaciones..... 136
Tabla 10. El Cómo del Proceso de Ingeniería de Requisitos..... 142
Tabla 11. Metas futuras para el proceso..... 145
Tabla 12. Buenas prácticas de Ingeniería de Requisitos para clientes que ocultan información..... 146
Tabla 13. Buenas prácticas de Ingeniería de Requisitos para clientes que desconocen sus necesidades..... 147
Tabla 14. Estrategias para involucrar al cliente en el proceso..... 155
Tabla 15. Técnicas de priorización..... 157
Tabla 16. Estrategias para realizar gestión de cambio de requisitos..... 158
Tabla 17. Propiedades deseables de los requisitos..... 159
Tabla 18. Técnicas y criterios de validación de datos..... 161
Tabla 19. Estrategias de gestión de requisitos..... 164
Tabla 20. Estrategias de versionamientos de requisitos..... 165
Tabla 21. Proyectos con mayor destreza en ingeniería de requisitos..... 165

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Capas de la Ingeniería de Software Tomado de Pressman, R, Ingeniería del Software: Un enfoque práctico, McGraw Hill 1997. 21
Figura 2. Proceso de Desarrollo Software..... 22
Figura 3. Ciclos de Vida del Desarrollo Software 24
Figura 4. Guía del Conocimiento de la Ingeniería Software Swebook..... 24
Figura 5. Fases Preestablecidas en el Proceso de Desarrollo Software 26
Figura 6. Software. Adaptado de Synerplus..... 27
Figura 7. Actividades Básicas del Proceso de Desarrollo Software 28
Figura 8. Objetivos esperados por los actores de la Ingeniería de Requisitos 29
Figura 9. Visión de Ingeniería de Requisitos 30
Figura 10. Plan de Ingeniería de Requisitos..... 32
Figura 11. Classifying the voice of the customer (Tomada de 10-1SW_Requirements_Ch7) 36
Figura 12. El proceso de ingeniería de Requisitos tal vez terminó. (Basada en 10-1SW_Requirements_Ch7)..... 40
Figura 13. Some typical software Project stakeholders (Tomada de 1-cosmictruths.pdf).. 52
Figura 14. Visión de conjunto en el triage de los requisitos. Adaptado de (5-Notes on The Art of Requirements Triage by Alan M Davis) 56
Figura 15. Contenidos del Plan de Elicitación. Adaptado de (10-1SW_Requirements_Ch7) 57
Figura 16. Pautas para una Buena Administración de los Requisitos Adaptado de (RM_WP_TenStepsToBetterRM.pdf) 59
Figura 17. Paradigma de Investigación 63
Figura 18. Una visión general del proceso de investigación cualitativa 65
Figura 19. Encuesta..... 68
Figura 20. Tipos de Entrevista semi-estructurada. Adaptada de [2] en [36]..... 70
Figura 21. Entrevista Semi-estructurada. 70
Figura 22. Pasos para el Análisis Cualitativo. 79
Figura 23. Fases de los Enfoques Cualitativo y cuantitativo 81
Figura 24. Características de los Métodos Cualitativo y Cuantitativo..... 82
Figura 25. Comparativo entre los modelos cuantitativo y cualitativo. 82
Figura 26. Requisitos de Ingeniería. Basada en When Telepathy Won't Do: Requirements Engineering Key Practices1 100
Figura 27. Actividades Realizadas durante la especificación del estudio..... 110
Figura 28. Actividades de Validación y Control de las herramientas de investigación.... 112
Figura 29. Subdisciplinas de Ingeniería de Requisitos. Tomado de Ian Sommerville y Sawyer Pete, Ingeniería de Requerimientos: Una Guía de Buenas Prácticas (Wiley, 1997). 140
Figura 30. Requisitos de Software 141
Figura 31. Mejoras sugeridas en la documentación 150
Figura 32. Mejoras sugeridas en la elicitación de los requisitos. 151

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Dominio de inglés entre los empleados adscritos al proceso de desarrollo software 121
Gráfica 2. Experiencia laboral 122
Gráfica 3. Tiempo de Vinculación de los Empleados con la misma Organización 123
Gráfica 4. Ubicación de los clientes 126
Gráfica 5. Desarrollos Contratados 127
Gráfica 6. Porcentaje de clientes que atienden las organizaciones del estudio 128
Gráfica 7. Herramientas de Gestión del Cliente 131
Gráfica 8. Estrategias para captar nuevos clientes 132
Gráfica 9. Estrategias para Captar Nuevos Clientes 135
Gráfica 10. Metodologías de desarrollo utilizadas por la organización 136
Gráfica 11. Metodologías de Apoyo a la Ingeniería de Requisitos 145
Gráfica 12. Resumen de resultados mejoras en Ingeniería de Requisitos 154
Gráfica 13. Apoyo del proceso de Ingeniería de Requisitos a los proyectos de desarrollo 155
Gráfica 14. Propiedades deseables de los requisitos 160
Gráfica 15. Herramienta más utilizada por las organizaciones en Ingeniería de Requisitos 162

1. CAPITULO INTRODUCCIÓN

1.1. Motivaciones

En este capítulo se analizará las motivaciones, que llevaron a la elaboración de este trabajo de investigación, así como el alcance, las contribuciones y la estructura para su elaboración.

A través de los diferentes experiencias ha quedado demostrada la importancia que tiene para el desarrollo de software con calidad, la Ingeniería de Requisitos (IR) [3], además, estudios como los de Standish Group International y Chaos Report [4] reportan para el año 2011, que el 42% de los proyectos de software deben ser mejorados y el 21% fracasaron debido a causas como: requisitos incompletos (13,1%) y requisitos cambiantes (8,7%). Por su parte, el Software Engineering Institute afirma que el 40% de los proyectos requieren sobreesfuerzo para reparar defectos causados por la mala calidad de los requisitos y el 60% de estos se deben a la ineficiente implementación de los requisitos en los procesos. En este sentido, el estudio realizado por National Institute of Standards and Technology, muestra que el 42% de los proyectos cambian debido a los requisitos, afirmación que complementa las ya mencionada The Standish Group.y Chaos Report, al sostener que en los procesos solo se implementa el 54% de los requisitos originales y el 55% de los requisitos no son usados por los usuarios o clientes [4], por lo tanto aproximadamente el 60-70% de los fracasos ocurridos en los proyectos de desarrollo de software se deben a las insuficiencias de la elicitación, gestión y análisis de requisitos.

Apoyando lo anterior, son los estudios empíricos uno de los mecanismos que permite obtener evidencias del estado de la práctica de la ingeniería de software con el propósito de identificar brechas entre la práctica y la teoría. El presente artículo, muestra los resultados de replicación de "Un estudio empírico sobre IR de Empresas Productos de software" realizado en Pernambuco Brasil [1]. Aplicado en Antioquia-Colombia y que tiene como motivación presentar un conjunto de prácticas actualmente realizadas por la industria del desarrollo software, en materia de IR y que son llevadas a cabo por las organizaciones que desarrollan software a medida con el fin de apalancar la calidad, brindando soluciones tendientes a satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes en los diferentes contextos de uso. [5], [6], [7].

Con este estudio entonces se genera la posibilidad de conocer el estado de la IR hoy en las organizaciones de software a medida, develando las mejores prácticas, experiencias y procesos de apoyo a las actividades. Respecto a la pertinencia esta se da considerando la concentración que tiene la industria de software en el departamento de Antioquia y que este se ubica en segundo lugar a nivel de economía del país tras la capital que es Bogotá.

En este sentido está también el estudio WEST realizado en Medellín-Colombia y quien incluyó ésta dentro de sus tareas generar un trabajo investigativo donde se demostró la

necesidad de implementar una nueva metodología de Ingeniería de Requisitos en la industria. (IDEAS 2004). [2]

Se destaca entonces, que desde los diferentes estudios y experiencias revierte gran importancia el proceso de Ingeniería de Requisitos para lograr productos software de calidad y las implicaciones en sobrecostos, demoras e insatisfacción del cliente, que generan las malas prácticas, en este sentido. Se conoce la incidencia en la calidad del producto que tiene la Ingeniería de Requisitos, de acuerdo con su objetivo principal al crear productos software que es "crear soluciones que satisfagan las necesidades y expectativas de los clientes en diferentes contextos de uso, lo que redunda en calidad del producto software". [5].

Lo anterior sin olvidar el hecho de que para que un producto de software cumpla con expectativas tales como ser innovador, tener acceso web, entre otros, primero debe ser atrayente y claro con el fin de que los clientes lo usen y así proporcionar beneficios más allá de la tecnología, además el producto software debe lograr valor por encima de entregar nuevas funcionalidades y este valor debe aportar para la organización mejoras en la calidad de sus productos y una reducción en costos.

En consecuencia, basados en el hecho de que los requisitos de software expresan las necesidades y limitaciones que debería soportar el producto software y que este debe contribuir a la satisfacción de necesidades reales con usuarios reales, dicha aplicación debe generar requisitos que encuentren la oportunidad de apoyar el negocio generando valor como es el caso de un nuevo mercado por ejemplo [6]

Se puede afirmar en consecuencia que, cuando se habla de definir los atributos de calidad se hace alusión de inmediato al cumplimiento de las necesidades del cliente, necesidades estas expresadas en los requisitos funcionales, sin embargo [7] hace comenta que la participación del cliente no es suficiente cuando esta, no está adecuadamente enfocada a declarar las expectativas de eficiencia y otros atributos no funcionales de los usuarios referente al sistema, pese a que sus necesidades funcionales sean resueltas es necesario entender cómo funciona el sistema y cómo llevará a cabo sus funciones para lograr la satisfacción.

Todo lo anterior nos lleva a pensar en que el fracaso del lanzamiento del producto software se produce debido a que este no cumple con la satisfacción de las necesidades de los clientes, este aspecto es el que se conoce dentro del proceso de desarrollo software como el objetivo de la ingeniería de requisitos. En este contexto este estudio genera la posibilidad de conocer el estado de la ingeniería de requisitos hoy en las empresas que desarrollan productos software además de las mejores prácticas, experiencias y procesos de apoyo a las actividades, todo en el contexto del software a medida.

1.2. Alcance de la Tesis

En este contexto y tomando como fuente de motivación las expectativas y necesidades en la calidad y satisfacción del software presentadas en el medio, además basados en la tarea efectuada por el proyecto WEST [2] "Aplicación de una metodología de Ingeniería de Requisitos a un caso real" y apoyados por la los lineamientos adoptados por el estudio realizado en Pernambuco, Brasil [1] "Um Estudo Empírico sobre Engenharia de Requisitos em empresas de Productos de Software", este trabajo se propone realizar investigaciones empíricas con las empresas que desarrollan productos software a medida en el departamento Antioquia - Colombia.

En este sentido, el objetivo de este estudio es investigar las principales prácticas retos y desafíos que enfrentan las organizaciones en el proceso de desarrollo software, específicamente durante la Ingeniería de Requisitos.

Dado que no hay información específica del tema en el contexto, esta investigación es de naturaleza exploratoria, tiene el propósito de conocer el fenómeno, realizar la consiste búsqueda del conocimiento refinado sobre cuestiones particulares y el contexto en el que existen; empleando los enfoques cualitativo y cuantitativo que serían los más adecuados para este estudio, el uso de ellos simultáneamente se derivó de que en algunos casos la información recogida se centró en la cuantificación de la información cualitativa.[48]

En la elección de la región también se tuvo en cuenta, en el miramiento del hecho que, los desafíos generados por la globalización han incrementado las brechas existentes entre los países desarrollados y los llamados emergentes, lo que lleva a identificar a la tecnología como la principal herramienta de transformación productiva, condición fundamental para alcanzar y mantener la competitividad de un país. Muestra de ello es el resurgir de países emergentes como India, Irlanda, Israel, Brasil y China, que han ingresado a las nuevas tecnologías y se han consolidado con éxito en un mercado tecnológico tan competitivo como el de Software, aprovechando el dinamismo y la juventud del sector, y haciendo uso efectivo de sus capacidades de innovación para aprovechar las ventajas comparativas. [8].

En este sentido, la muestra analizada es Antioquia, un departamento colombiano con alta presencia emprendedora y donde existen notables esfuerzos por desarrollar una industria del software competitiva internacionalmente y que cumple con preceptos como los de Torrisi en 1988 donde escribe: "la producción de software, más que cualquier otra actividad industrial, debe suponer por definición una actividad de innovación porque aspira a producir nuevos productos o nuevas maneras de ejecutar las tareas y funciones conocidas".

Basado en lo anterior, la producción de software implica innovación en cada uno de sus eslabones de la cadena de valor, por lo que el aprendizaje tecnológico y la integración de todos los actores y agentes en un sistema son requisitos esenciales para construir, fortalecer y acumular las capacidades de innovación en la industria. En ese sentido Antioquia, se ha destacado por el enorme esfuerzo que ha emprendido para el fortalecimiento y la integración empresarial, sobresaliendo en competitividad sobre otras regiones del país, logrando una exitosa internacionalización y cohesionando de los esfuerzos de actores privados, gremiales, empresariales, científicos, financieros, del gobierno y del sector

educativo, además, desde una perspectiva local, Antioquia lidera iniciativas que promueven el desarrollo de su industria SSA, articulando las acciones de los actores, las instituciones y el potencial económico local, además existen pequeñas y medianas empresas antioqueñas que son altamente exitosas y cuentan con abundante conocimiento acumulado gracias a sus fuertes trayectorias tecnológicas, el software antioqueño también, dadas las potencialidades que ofrece para alcanzar el catch-up tecnológico se ha convertido en estrategia de desarrollo y hace parte de las agendas económicas de los países como motor de crecimiento [8] [49].

Es importante citar que a nivel mundial las pequeñas empresas de desarrollo software con menos de cincuenta (50) empleados, son fundamentales para el crecimiento de economías como las de Brasil, Canadá, China, India, Finlandia, Irlanda, Hungría, entre otras, sin embargo, al persistir y crecer, las empresas de software pequeñas necesitan soluciones de ingeniería de software eficientes y eficaces para sostenerse en el mercado. En este sentido, se suele creer que las buenas prácticas y soluciones consumen tiempo y están dirigidas a apalancar las grandes organizaciones, por lo tanto en todo el mundo se presenta un porcentaje de pequeña organizaciones que requieren de un proceso de desarrollo software adecuado y del aporte de mejores prácticas para el desarrollo de software con calidad. [8].

1.3. Contribuciones

Esta tesis presenta las siguientes contribuciones generales:

- Estudiar los aspectos relacionados con la Ingeniería del Software.
- Presentar conceptos básicos del tema experimentación en Ingeniería de Software.
- Dar a conocer las necesidades de los actores que intervienen en el proceso de desarrollo software.
- Caracterizar los conceptos básicos, los temas y actividades en relación con la ingeniería de requisitos para los productos de software.
- Mostrar las diferentes etapas del proceso de Ingeniería de Requisitos y los objetivos que deben alcanzar en el proceso de desarrollo del producto software.
- Dar a conocer el impacto de la Ingeniería de Requisitos de software desarrollo de productos software en la región.
- Proporcionar una visión general del método de investigación para apoyar realización del estudio empírico
- Estudiar y presentar los conceptos básicos del paradigma cualitativo
- Mostrar elementos comparativos de los métodos cualitativo y cuantitativo de datos.
- Formular un problema acorde con las necesidades del entorno
- Formular hipótesis entorno al estado actual de la Ingeniería de Requisitos.
- Caracterización de las empresas que desarrollan software en el medio
- Estudiar y caracterizar los conceptos básicos, las cuestiones y actividades relativas a los requisitos de ingeniería para los productos de software
- Definir la gestión de Requisitos
- Comentar realidades acerca de la Ingeniería de Requisitos

- Generar la posibilidad de conocer el estado actual de la Ingeniería de Requisitos hoy en las empresas que desarrollan productos software además de las mejores prácticas, experiencias y procesos de apoyo a las actividades del software a medida.
- Llevar a cabo un estudio empírico sobre las pequeñas y medianas empresas que desarrollan productos software a la medida en Antioquia, para investigar las prácticas y retos que enfrentan en el proceso de desarrollo específicamente en la etapa de Ingeniería de Requisitos.
- Analizar los resultados de este estudio de acuerdo con los aspectos de relevancia en el medio como mejores prácticas y experiencias en la Ingeniería de Requisitos.
- Resultados del estado actual de la Ingeniería de Requisitos en las empresas antioqueñas de software.
- Contrastar la realidad con lo esperado de la Ingeniería de Requisitos.
- Diferenciar la visión del cliente y del desarrollador en ingeniería de requisitos.

Además del capítulo de introducción, esta obra presenta nueve capítulos en los que se analizan aspectos que llevan a generar las conclusiones finales del estudio así:

Capítulo 2 - Ingeniería de Software

En este capítulo se presentará una introducción sobre Ingeniería de Software, algunas definiciones, enfoques como el multicapa, el ciclo de vida y las fases que constituyen el proceso. Posteriormente, se define la Ingeniería de Requisitos con sus fases, objetivos se hace un recuento de las actividades técnicas y prácticas utilizadas durante el proceso y se dan a conocer sus fines. Por último, se muestra una perspectiva de Experimentación en Ingeniería de Software, su definición y sus fases proceso.

Capítulo 3 - Impacto de la ingeniería de requisitos de software desarrollo de productos

Este capítulo presenta el impacto generado por la Ingeniería de Requisitos en el proceso de desarrollo de software personalizado, para ello se abordaron algunas realidades del proceso tales como: Si no se logran los requisitos correctos, no va importar que tan bien se ejecute el resto del proyecto, los requisitos de desarrollo son un descubrimiento y no solamente una colección de procesos, el cambio sucede, todos los interesados del proceso intervienen en los requisitos, la participación de los clientes es el factor más crítico a la calidad del software, el cliente no siempre tiene la razón pero siempre tiene un punto, la primera pregunta que un analista debe hacerse frente a un nuevo requisito propuesto es: "¿está este requisito en el alcance?, incluso el mejor documento sobre las necesidades no puede y no debe reemplazar el diálogo humano, los requisitos pueden ser vagos pero el producto será específico, no utilice la incertidumbre como una excusa para la falta de precisión. Y para finalizar el capítulo presenta como tema el triage, donde se muestran algunos factores importantes a tener en cuenta al realizar el primer acercamiento con la ingeniería de requisitos de un proyecto y se generan ejemplos de justificación, se presenta las

necesidades de los actores y exhibe algunas pautas de elicitación y se muestra la importancia de tener una adecuada gestión de requisitos.

Capítulo 4 - Una Perspectiva Paradigma cualitativo

Este capítulo realiza una presentación referente al enfoque de la investigación cualitativa. Para ello inicialmente se realiza una definición del método de investigación donde se abordan aspectos como: Algunas actividades y técnicas básicas que se pueden tener en cuenta, cuándo se utiliza el enfoque cualitativo como método de investigación, comparaciones entre los métodos cualitativo y cuantitativo, las actividades propias del método, sus fases y finalmente se realiza una comparación de las características principales de los métodos cualitativa y cuantitativa.

Capítulo 5 - Introducción al Estudio Empírico

Este capítulo de la tesis presenta las actividades de la definición, planificación y realización del estudio empírico realizado entre las empresas que desarrollan productos de software a medida en el departamento de Antioquia. Este estudio toma como base la tesis realizada en la ciudad de Pernambuco, en Brasil, bajo el nombre: "Un estudio empírico sobre Ingeniería de Requisitos de Empresa Producto de Software" [1] de donde aplicado al contexto antioqueño, se generó este estudio bajo el tema: "Estudio del estado actual del proceso de ingeniería de requisitos en las empresas antioqueñas de software", con el objetivo principal investigar las buenas prácticas, los principales retos y desafíos que enfrentan las empresas que desarrollan productos de software a medida, durante el proceso de Ingeniería de Requisitos.

Capítulo 6 –Resultados del Estudio Empírico.

En este capítulo se presenta la interpretación del estudio empírico y los resultados obtenidos a partir de la realización de la investigación llevada a cabo entre las empresas que desarrollan productos de software en Antioquia - Colombia. Los resultados se organizaron tomando en cuenta: la manera de generar deducciones, la caracterización de las empresas del estudio, identificación de aspectos positivos y oportunidades de mejora, los resultados obtenidos en algunas etapas del proceso de Ingeniería de Requisitos y los desafíos que se enfrentan durante el proceso, para llegar posteriormente a la validación de las hipótesis y a la generación de algunas consideraciones finales. Además se presentan varios referentes de información tales como: Aspectos de las organizaciones, metodologías de desarrollo que utilizan, los tipos de productos que desarrollan, las etapas de desarrollo que llevan a cabo y el manejo de los repositorios entre otros. En cuanto a los empleados adscritos al proceso de desarrollo software, se evalúan: Sus niveles de experiencia, dominio de inglés, certificaciones, tiempo de vinculación y rolles en la organización, entre otros. En cuanto a los referentes de clientes, se analizan: Los nichos de mercado que son atendidos, su tipificación, los niveles de satisfacción, los tipos de contratación que se generan y el nivel de conocimiento de los clientes respecto al proceso de desarrollo software. Respecto al proceso de ingeniería de software en general este capítulo genera datos respecto a los roles

asignados por las organizaciones, las metodologías de desarrollo, lenguajes más utilizados, el seguimiento que se realiza a los productos entregados, la gestión realizada por las organizaciones para generar nuevas versiones del producto, el tiempo de entrega entre versiones y finaliza con los datos porcentuales de desarrollo de nuevos productos, migración, componentes y mejores prácticas de seguimiento a las versiones y productos finales, termina esta sección con el control de tiempo de entrega entre versiones. En cuanto al proceso de Ingeniería de Requisitos este capítulo presenta el detalle de los insumos, la metodología, los aspectos críticos, las herramientas y las mejores prácticas.

Capítulo 7- Conclusiones y Trabajos Futuros

En este capítulo presenta las conclusiones generadas con el desarrollo del estudio, además de la generación de investigaciones futuras a que este estudio dio pie y finaliza con el enunciado de algunas de las mejores prácticas encontradas en el medio.

Capítulo 8- Apéndice A Encuesta

Identifica el instrumento encuesta que se utilizó con el objetivo de buscar la caracterización de Las Empresas que Desarrollan Productos Software en Antioquia Colombia.

Capítulo 9- Apéndice B Entrevista

El apéndice muestra el documento entrevista que contiene un conjunto de preguntas para ser contestadas por uno o más representantes de las empresas que forman parte del estudio empírico, con el fin de obtener información más detallada sobre el proceso de desarrollo, la interacción con los clientes, la ingeniería de requisitos y sobre todo tiene como fin identificar los retos y problemas enfrentado durante el proceso de Ingeniería de Requisitos.

Capítulo 10 – Bibliografía

Este documento termina con el registro de los apoyos bibliográficos utilizados durante esta investigación.

2. CAPÍTULO INGENIERÍA DE SOFTWARE

Este capítulo proporciona una fundamentación básica de Ingeniería de Software, Ingeniería de Requisitos y Experimentación en Ingeniería de Software, además, presenta una visión general de los conceptos y técnicas relacionadas con los temas mencionados anteriormente, mostrando las principales definiciones y actividades de acuerdo con el enfoque de este estudio.

2.1. Definición del ámbito

La ingeniería de software tiene su origen relacionado con la ingeniería y los sistemas de hardware. Cubre los métodos, herramientas y procedimientos que proporcionan el control del proceso de desarrollo de software y es la base fundamental para su construcción [1] en [89].

El concepto Ingeniería de Software fue introducido por primera vez a fines de 1960, en una conferencia destinada a su discusión, la cual fue posteriormente llamada “crisis del software”, que fue el resultado directo de la introducción del hardware de tercera generación computacional. [9].

Para la [10]. El concepto de ingeniería apunta al uso de un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable para el desarrollo, operación y mantenimiento del software; es decir, la aplicación de ingeniería al software. Pressman define Ingeniería de Software como una disciplina del área de la informática o ciencias de la computación, que ofrece métodos y técnicas para desarrollar y mantener software de calidad que resuelven los problemas de todo tipo. [11] por lo tanto la Ingeniería de Software se puede definir como desarrollo disciplinado y evolución de los sistemas de software basado en un conjunto de principios, procesos y tecnologías. [1] en [10].

La Ingeniería de Software es "una disciplina de la ingeniería que se ocupa de todos los aspectos de la producción de software desde las primeras etapas de la especificación del sistema hasta el mantenimiento del sistema después de ponerse en funcionamiento". [2] en [105].

Por lo tanto, en conjunto las definiciones anteriores demuestran que la ingeniería de software tiene su enfoque en los sistemas computacionales y utiliza el término de ingeniería como: Ingenio para producir y crear realidad usando componentes técnicos y no técnicos. Cabe anotar que este estudio abarca todas las fases del ciclo de vida del desarrollo de cualquier sistema de información y es aplicable todas las áreas.

En este sentido, un proceso de software detallado y completo suele denominarse “Metodología”. Las metodologías se basan en una combinación de los modelos de proceso genéricos como: cascada, evolutivo, incremental, etc. Dado lo anterior, el proceso de

desarrollo software se le conoce también como ciclo de vida del software. Mientras que adicionalmente una metodología debería definir con precisión los artefactos, roles y actividades involucradas, junto con prácticas y técnicas recomendadas, guías de adaptación de la metodología al proyecto, guías para uso de herramientas de apoyo, etc., hoy habitualmente se utiliza el término "método" para referirse a técnicas, notaciones y guías asociadas, que son aplicables a una (o algunas) actividades del proceso de desarrollo.

Como consecuencia y para apoyar las diferentes metodologías de la ingeniería del software, algunos autores han generado aportes o enfoques como los que se citan a continuación:

2.2. Enfoque de tecnología multicapa

Pressman señala un enfoque que apoya la calidad en la ingeniería de software, vista como "una tecnología multicapa", como se ilustrada en la Figura 1, lo anterior basado en la premisa que un software de calidad es aquel concordante con los requisitos del cliente y los estándares funcionales de desarrollo en la industria del software. [11]

Teniendo en cuenta que cualquier disciplina de ingeniería (incluida la ingeniería del software) debe aportar para evitar el sobre esfuerzo que las organizaciones invierten en la calidad. La gestión total de la calidad y las filosofías similares fomentan una cultura continua de mejoras de procesos que conduce al desarrollo de enfoques cada vez más robustos para la ingeniería del software. A continuación se grafican las capas del modelo de ingeniería de software en Figura 1. Capas de la Ingeniería de Software Tomado de Pressman, R, Ingeniería del Software: Un enfoque práctico, McGraw Hill 1997.

Figura 1. Capas de la Ingeniería de Software Tomado de Pressman, R, Ingeniería del Software: Un enfoque práctico, McGraw Hill 1997.

Modelo de Desarrollo por Capas

- El fundamento de la ingeniería de software es la capa proceso. El proceso define un marco de trabajo para un conjunto de áreas clave, las cuales forman la base del control

de gestión de proyectos de software y establecen el contexto en el cual: se aplican los métodos técnicos, se producen resultados de trabajo, se establecen hitos, se asegura la calidad y el cambio se gestiona adecuadamente.

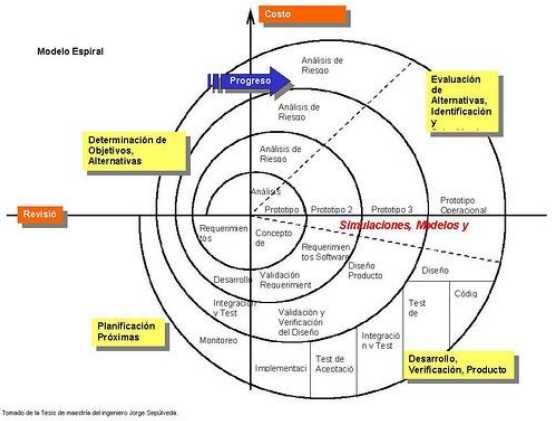
- Los métodos de la ingeniería de software indican cómo construir técnicamente el software. Los métodos abarcan una gran gama de tareas que incluyen análisis de requisitos, diseño, construcción de programas, pruebas y mantenimiento. Estos métodos dependen de un conjunto de principios básicos que gobiernan cada área de la tecnología e incluyen actividades de modelado y otras técnicas descriptivas.
- Las herramientas de la ingeniería del software proporcionan un soporte automático o semi-automático para el proceso y los métodos, a estas herramientas se les llama herramientas CASE (Computer-Aided Software Engineering).

Concluyendo lo anterior podemos decir que el proceso de desarrollo software está compuesto por un conjunto de capas cuya intención es la de cumplir el objetivo con calidad. Por tanto el objetivo de la ingeniería de software es lograr productos de software de calidad tanto en su forma final como durante su elaboración, utilizando procesos métodos y herramientas de apoyo. Bajo este contexto, un proceso de desarrollo de software tiene como propósito la producción eficaz y eficiente de un producto software que reúna los requisitos del cliente, como lo indica [12] "La aplicación de buenas prácticas en la gestión de requisitos de software es una condición fundamental para lograr productos de calidad" Como se observa en la Figura 2. Procesos de Desarrollo Software, los insumos básicos del proceso de desarrollo software son los requisitos.

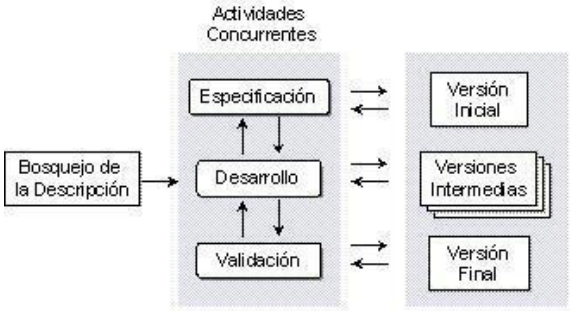
Figura 2. Proceso de Desarrollo Software

En apoyo a lo anterior, este estudio toma las figuras de cada ciclo de vida del proceso de desarrollo software, expresados por diferentes autores y las muestra en la Figura [3], Ciclos de Vida del Desarrollo Software, con el fin de observar la posición y el papel que desempeña la Ingeniería de Requisitos en los diferentes modelos de desarrollo software, y se observa como para todos los modelos de desarrollo software, la Ingeniería de Requisitos es la base del proceso.

Modelo de desarrollo evolutivo.

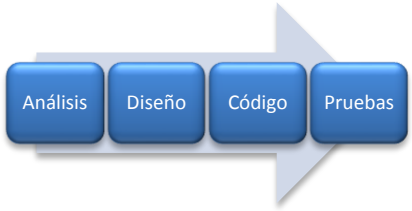


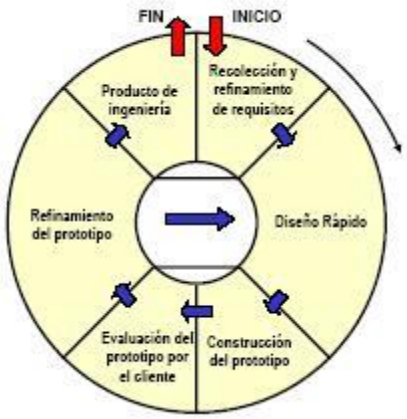
Modelo Lineal Secuencial Tomado de [31]



Tomado de la Tesis de maestría del ingeniero Jorge Sepúlveda.

Modelo de Construcción de Prototipos





Tomado de:
http://informaticastec.blogspot.com/2010/11/modelos-de-construccion-de-prototipos.html

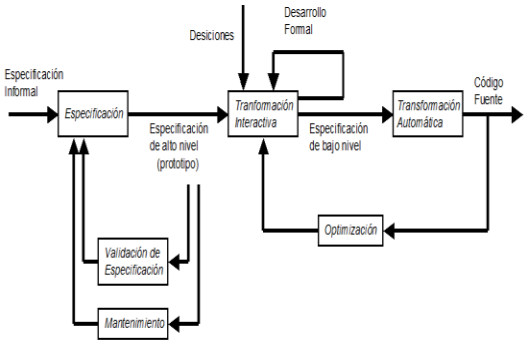


Figura 7: Paradigma de programación automática.

Tomado de:
http://elprocesodedesarrollodelsoftware.blogspot.com/

Figura 3. Ciclos de Vida del Desarrollo Software

2.3. Fases de ingeniería de software

En este contexto, la ingeniería de software empieza con una serie de tareas de modelado que llevan a una especificación completa de los requisitos y a una representación del diseño general del software a construir para continuar con una cadena de tareas que apoyan el proceso de desarrollo en las Figura 4. Guía del Conocimiento de la Ingeniería Software Swebook.

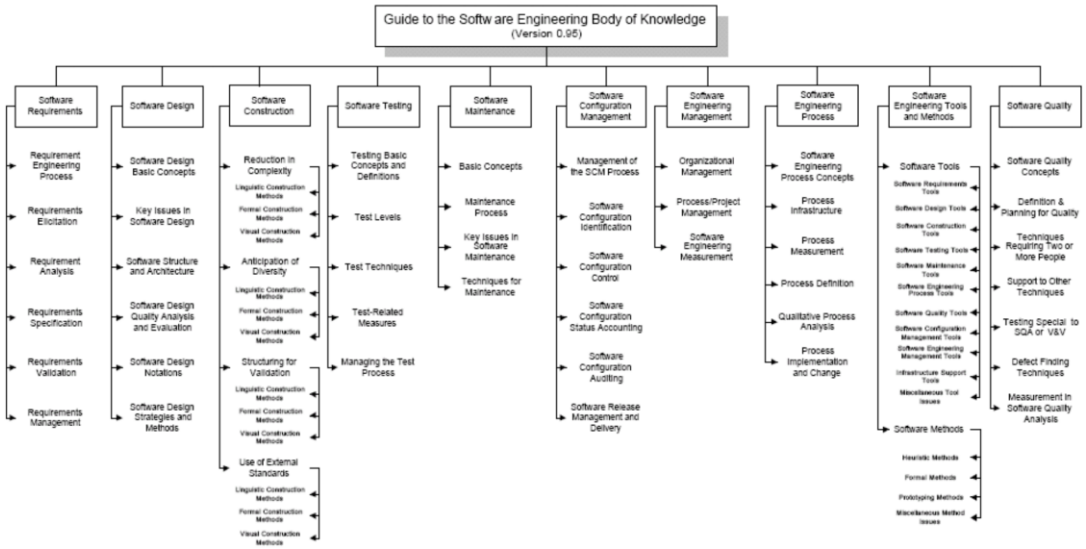


Figura 4. Guía del Conocimiento de la Ingeniería Software Swebook

Al analizar en la figura 4, los roles, las actividades y tareas realizadas en el proceso de desarrollo software, incluso las de nivel técnico, son evidentes varias cosas: una es la necesidad de la participación del cliente en cada parte, dos, se infiere la necesidad de un equipo de trabajo y la participación de este en el desarrollo unificado y fortalecido como

grupo de trabajo que requiere el conocimiento de la ciencia del comportamiento humano para lograr no solo su interacción y entendimiento como equipo, sino además obtener la información referente a las necesidades de los clientes para expresarlas en la ingeniería de requisitos. [13][34]

Apoyado en lo anterior, podemos decir que cuando en los equipos e trabajo de las organizaciones existe una filosofía corporativa a partir de principios de formalidad, disciplina y orden y se puede observar que el grupo de trabajo ha desarrollado proyectos por varios años, unido como un equipo identificado con esa filosofía, la organización se comienzan a ver como una sola unidad compacta, sistémica y con un mismo enfoque. Y es a partir de ese momento que la experiencia se convierte en principio y la comunicación entre los miembros se unifica en un mismo lenguaje. Que es lo que facilita el entendimiento por parte de todo el equipo de desarrollo de los artefactos obtenidos en la ingeniería de requisitos. [14]

Cabe anotar además, que no es solo en el proceso inicial la presencia de la ingeniería de requisitos, más bien es una actividad que está presente en todas las fases del ciclo de vida, apoyando el diseño, la implementación y sirviendo de guía para el desarrollo que se realizan de acuerdo a las especificaciones generadas al inicio del proyecto y que posteriormente constituyen la base de las pruebas y la validación del proyecto.

En ese sentido, es también importante destacar que la Ingeniería de Requisitos se va enriqueciendo con los hallazgos a lo largo del proceso de desarrollo con el fin de generar futuras entregas de productos. Dado que durante las etapas de mantenimiento y evolución del software, la Ingeniería de Requisitos, involucra la creación de nuevos requisitos, compromete a nuevas funcionalidades para futuras entregas y permite evaluar las capacidades fijadas para la puesta en producción.

La Ingeniería de Requisitos es además el factor más aportante a la calidad del software, puesto que refleja las necesidades de los usuarios de donde depende en gran medida el cumplimiento de las expectativas reveladas y la generación de valor para el cliente que posteriormente se traduce indicadores de satisfacción o en su defecto de calidad.

Por lo anterior, el papel que desempeña la Ingeniería de Requisitos en el proceso de desarrollo software, es de vital importancia lo que se demuestra en la figura 5. Fases preestablecidas en el proceso de desarrollo software, dado que satisface necesidades y cumple objetivos recogidos durante el proceso de requisitos.

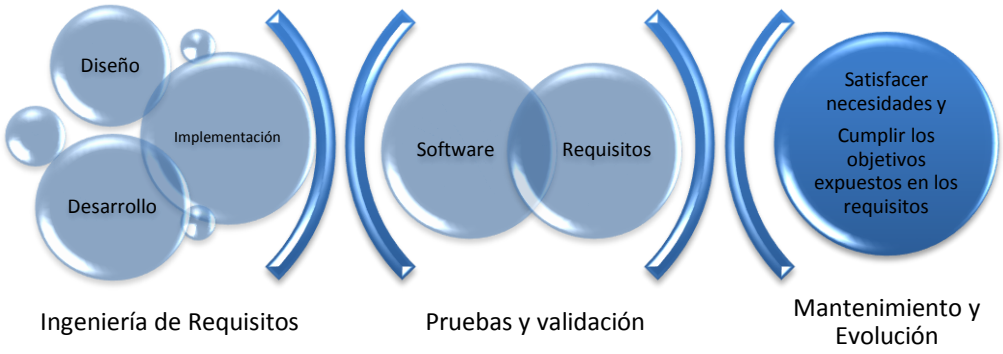


Figura 5. Fases Preestablecidas en el Proceso de Desarrollo Software

En tal sentido podríamos decir que, la calidad en el producto software depende directamente de la adecuada Ingeniería de Requisitos y está a su vez de la habilidad para vislumbrar las necesidades de los usuarios.

En cuanto al grupo de usuarios involucrados en el producto software a su vez podemos decir, que es cualquier grupo o individuo identificable al que pueda afectar el logro de los objetivos en una organización o que es afectado por el software, la teoría de los stakeholders los define como: Cualquier grupo o individuo identificable, respecto del cual la organización es dependiente para su supervivencia (empleados, segmentos de clientes, ciertos proveedores, agencias gubernamentales clave, accionistas, ciertas instituciones financieras, y otros). En el caso del desarrollo software los stakeholder no solo no son ajenos a la supervivencia del software, sino más bien son la columna vertebral para que el proceso se lleve a cabo de manera exitosa. [15]

Referente a los stakeholders, para Pressman existen dos grupos: Internos y externos, los grupos de interés internos son los desarrolladores, que trabajan en el proyecto a desarrollar en darle valor para el cliente. Y los usuarios finales son los interesados externos clientes, usuarios finales, patrocinadores, accionistas, consultores o expertos del dominio, consultores técnicos que influyen en el éxito o fracaso del proyecto pero no son los que trabajan directamente en el diseño de software y tienen el conocimiento de la información importante y necesaria para que los desarrolladores construyan los objetivos del sistema y producto de software. [16].

Según Karl E. Wiegers, el centro de Ingeniería de Requisitos, está en la identificación de las necesidades y limitaciones de los distintos actores de un software de sistema, su

obtención se centra en descubrir las necesidades de los usuarios y clasificarlas para su atención en las diferentes categorías. [17][38].

Referente a los usuarios del producto, la agrupación es: los clientes y usuarios se clasifican en usuario final que es la persona que utiliza el producto en sí y cliente que es la persona que solicita el software, paga por ello y por lo general especifica cual es el requisitos que debe contener el producto. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el usuario no es siempre el que paga, sino quien es apoyado en sus tareas por el software, por tanto es de gran significación conocer los diferentes intereses de los usuarios del producto para convertirlos en usuarios clave a lo largo del ciclo de vida software que brinda [2] en [30].

En conclusión respecto al proceso de desarrollo software, se puede decir que es el que se sigue para construir, entregar y hacer evolucionar el software, desde la concepción de una idea hasta la entrega y el retiro del sistema, todo lo anterior enmarcado dentro de un conjunto de requisitos y ejecutando todas las actividades y artefactos necesarios para desarrollar una aplicación por compleja que ella sea.

Según Humphrey el proceso de desarrollo software es "El conjunto completo de actividades de ingeniería de software necesarias para transformar los requisitos del usuario en software." [18] como lo indica el Figura 6. Transformación de requisitos en software.

TRANSFORMACIÓN DE REQUISITOS EN SOFTWARE

Figura 6. Software. Adaptado de Synerplus

Resumiendo, las actividades básicas con que cuenta el ciclo de vida del software se muestran en la figura 7. Actividades Básicas del Proceso de desarrollo software.

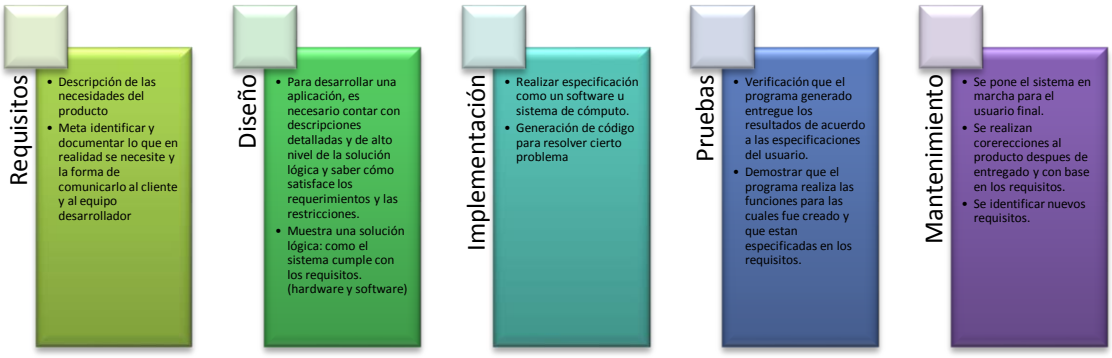


Figura 7. Actividades Básicas del Proceso de Desarrollo Software

Conocido ya el contexto del proceso de desarrollo software y la posición que en este tiene la Ingeniería de Requisitos, como se mostró en la sección 2.1, de este capítulo donde se presenta una breve introducción a la Ingeniería Software y se describen algunas definiciones y pasos clave que caracterizar el proceso de desarrollo de software. Luego en la sección 2.2 y la sección 2.3 donde se presenta una visión general de los enfoques Ingeniería de Software.

Posteriormente, este trabajo se centra en la Sección 2.4, en la Ingeniería de Requisitos describiendo, algunos conceptos básicos, así como las definiciones y categorización de su elemento clave - los requisitos - y finalmente se abordan las fases de Ingeniería Requisitos como la obtención, el análisis y la negociación, documentación y validación. Tratando en cada actividad las características propósitos de ella, así como las técnicas y prácticas actuales que la apoyan.

Finalmente se presenta en este capítulo, una perspectiva de experimentación Ingeniería de Software con la descripción de algunos paradigmas (método científico, la ingeniería, matemáticas y empíricas) y las etapas de experimentación Ingeniería del Software: definición, planificación, ejecución e interpretación de experimento, en pro de la calidad del desarrollo software.

2.4. Descripción general de Ingeniería de Requisitos

Cuando hablamos de ingeniería en el contexto del software, se presentan varias definiciones tales como:

- Es la aplicación práctica del conocimiento científico al diseño y construcción de programas de computadora y a la documentación asociada requerida para desarrollar, operar y mantenerlos. (Bohem, 1976).
- Trata del establecimiento de los principios y métodos de la ingeniería a fin de obtener software de modo rentable, que sea fiable y trabaje en máquinas reales (Bauer, 1972).
- Es el estudio de los principios y metodologías para el desarrollo y mantenimiento de sistemas software (Zelkovitz, 1978).

La Ingeniería de software en general hace entonces, referencia al proceso creativo cuyo objetivo es la generación de software. Este proceso tiene varios componentes a lo largo de su ejecución, siendo la Ingeniería de Requisitos la columna vertebral para conducir y soportar el proceso de desarrollo software.

La comprensión dada al término Ingeniería de Requisitos mostrada a partir de lo que se espera que realice para cada participante en el proceso Ingeniería de Requisitos se muestra en la figura 8. Objetivos esperados por los actores de la Ingeniería de Requisitos basado en: [19]

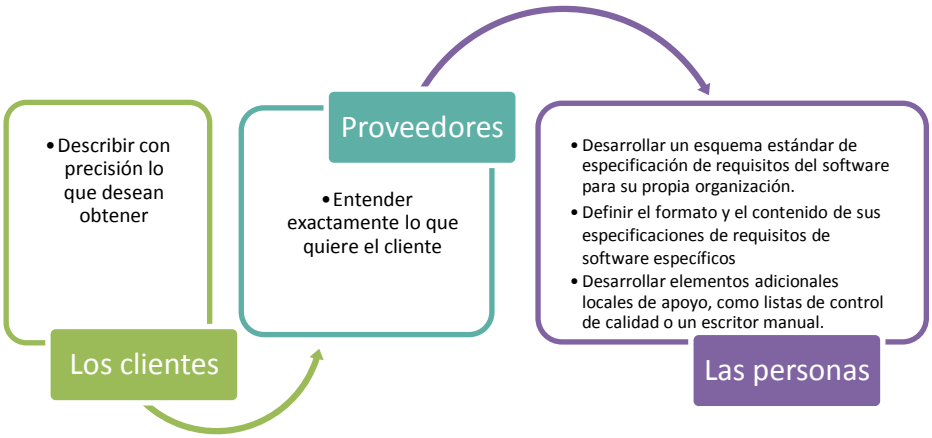


Figura 8. Objetivos esperados por los actores de la Ingeniería de Requisitos (Basado en: IEEE Guide to Software Requirements Specification)

2.4.1 Definiciones de requisitos.

Se presentan algunas maneras de definir requisitos en el entorno del desarrollo software como:

- Una especificación para un producto de software determinado.
- Programa o conjunto de programas que realizan ciertas funciones en un entorno específico.(IEEE)
- Condición o capacidad que un usuario necesita para poder resolver un problema o lograr un objetivo. (IEEE)
- Condición o capacidad que debe exhibir o poseer un sistema para satisfacer un contrato, estándar, especificación, u otra documentación formalmente impuesta (IEEE)
- Algo que el sistema debe hacer o una cualidad que el sistema debe poseer (Robertson - Robertson).
- Condición o capacidad a la que el sistema debe responder (RUP).
- Otra definición, dado por [2] en [29], sugiere que un requisito es "un necesidad del usuario o de un servicio, función o atributo necesario de sistema que puede ser percibido desde una posición fuera de ese sistema".

En resumen, el propósito de un proyecto de desarrollo de software es crear un producto que genere valor a un conjunto particular de clientes esto apoyado en el desarrollo de Ingeniería de Requisitos el propósito es lograr determinar la mezcla de capacidades de los productos y las características más idóneos para conseguir este valor para el cliente. [20] [65].

En conjunto las definiciones apuntan a especificar las características un software mediante la Ingeniería de Requisitos que abarca la visión que se muestra en la figura 9

VISIÓN DE INGENIERÍA DE REQUISITOS

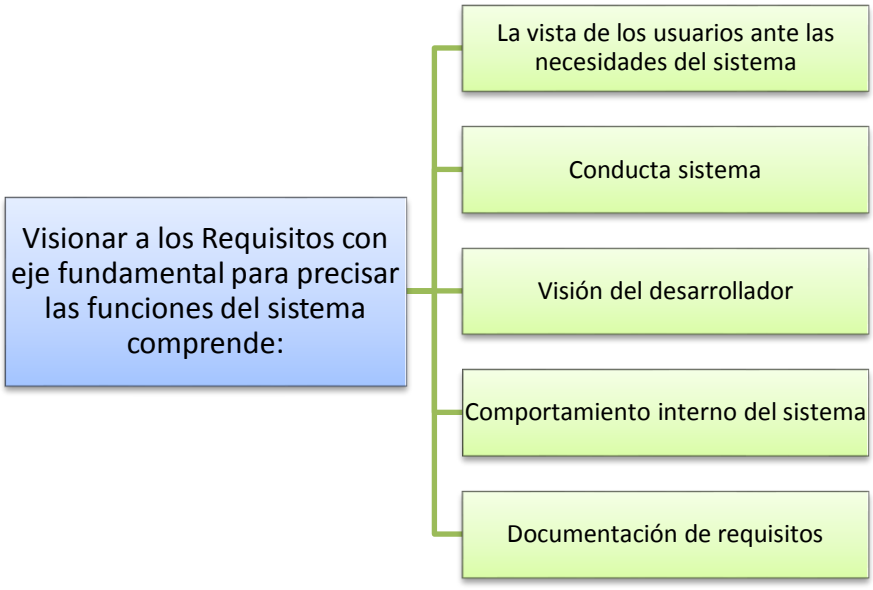


Figura 9. Visión de Ingeniería de Requisitos

Basado en Karl E. Wiegers se realiza el siguiente escrito referente a Ingeniería de Requisitos, teniendo en cuenta que para el autor el centro de la Ingeniería de Requisitos es la identificación de las necesidades y limitaciones de los distintos actores de un software, y que para otros actores que intervienen en el proceso, la Ingeniería de Requisitos se debe centrar en descubrir las necesidades de los usuarios, proceso que incluye las tareas que se van a llevar a cabo con el sistema, las expectativas de rendimiento de los usuarios, la facilidad de uso, y otros atributos de calidad.[17] [63]

Por tanto el proceso del analista requiere saber no solo "¿Que desea el usuario? " sino conocer "¿qué hay?" y "¿Qué que hay que hacer? Para esto se usan diferentes técnicas entre las que están por ejemplo los casos de uso [21] [30]

Es importante tener presente que el producto del desarrollo de la Ingeniería de Requisitos es un entendimiento común entre los interesados en el proyecto de las necesidades que se están abordando. Por tanto si y solo si, se debe explorar una alternativa de solución por parte del equipo de desarrollo, una vez que los desarrolladores entiendan completamente las necesidades de los usuarios. De lo contrario se esperaran múltiples problemas como: Reproceso, demoras en la entrega y confusiones al interior del equipo de desarrollo, quienes con ideas inicialmente preconcebidas y equivocadas han generado su propio esquema mental que los lleva a múltiples interpretaciones de la solución y a disgregación del equipo de trabajo. Por algo la psicología advierte que "Desaprender es el enemigo del aprendizaje".

Por lo anterior se hace necesario realizar una planificación de la Ingeniería de Requisitos, con el mínimo de expectativas como se demuestra en la figura 10. Plan de ingeniería de Requisitos, basada en [17].

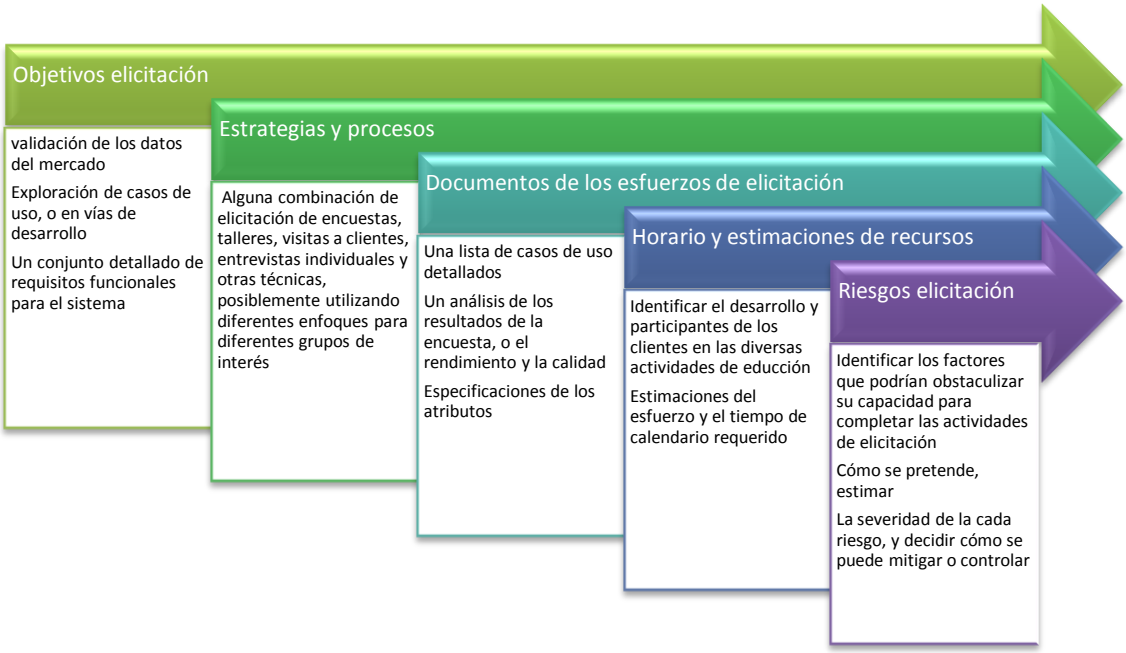


Figura 10. Plan de Ingeniería de Requisitos

2.4.2 Elicitación de Requisitos

La elicitación de requisitos es la forma de adquirir conocimientos, esta se hace a través de diferentes técnicas como: entrevistas, encuestas, workshop, prototipos, entre otras, las técnicas son importantes porque existen diferencias de opinión respecto la efectividad lograda en la utilización de cada una para el conseguir el objetivo de la recolección de la información clara completa y concreta para el proceso de Ingeniería de Requisitos, pese a que no existen estudios comparativos que permitan analizar el potencial de cada técnica en sí misma, estudios arrojan resultados como que: Las entrevistas, preferentemente estructuradas, parecen ser una de las técnicas de obtención más eficaces en una amplia gama de ámbitos y situaciones de los diferentes tipos de desarrollo. Por otra parte varias técnicas frecuentemente citadas en la literatura, como tarjeta de clasificación, o pensando en voz alta, tienden a ser menos eficaces que las entrevistas. En este sentido, aunque no se encontraron mediciones importantes para el uso de los prototipos, estos muestran tenerse como buena práctica con resultados positivos en la mayoría de las organizaciones. Según observaciones realizadas en este estudio se puede afirmar que el éxito de la técnica depende directamente de la pericia de quien la aplica y no de factores como el tiempo que lleve ejecutando su labor o de la técnica en sí misma. [38].

Lo más relevante entonces en la utilización de la técnica de elicitación es saber leer el factor contextual del stakeholders para determinar la técnica más exitosa a utilizar en cada

caso apoyada del conocimiento previo de las características de los participantes, del entorno del negocio, del tamaño de la muestra, entre otros elementos, como la disponibilidad del tiempo, y el nivel de compromiso de ellos, etc. [22] [32].

Por lo tanto la elicitación es la etapa más propensa a errores dado que solo se puede obtener mediante comunicación humana, por tanto, requiere habilidades especiales del analista quien debe crear un entorno propicio para una exploración exhaustiva del producto a ser especificado. Debe además lograr comunicación clara, usar el vocabulario del manejo del cliente en lugar de forzar a los clientes a comprender lenguaje técnico, captura términos significativos del dominio de la aplicación en un glosario, en lugar de suponer que todos los participantes comparten las mismas definiciones, dejar claro a los clientes que esta es una discusión sobre la posible funcionalidad y no es un compromiso para incluirlo en el producto. [17].

2.4.3 Técnicas de elicitación de requisitos

A continuación se presentan algunas técnicas de elicitación relevantes en el medio acompañadas de una serie de factores a tener en cuenta para su elección y/o durante su aplicación.

- **Lluvia de ideas:**
    - Esta técnica se deben tener separadas las prioridades
    - Los interesados deben centrarse y priorizar la lista de deseos de cielo azul, es decir la lista de los deseos habituales y sin contratiempos.
    - Se requiere experiencia para manejar los debates dados conflictos grupales que puedan surgir
    - El analista debe identificar las necesidades que no son evidentes. Una estrategia es preguntar varias veces "¿Por qué?".
    - Emplear preguntas abiertas para entender procesos de negocio que ayudados por el sistema generen mayor valor.
    - Indagar sobre usuarios que hagan la misma tarea
    - Indague por las excepciones. ¿Qué podría evitar que el usuario completara exitosamente una tarea? ¿Cómo debe responder el sistema a varios errores o condiciones? Haga preguntas que comienzan con "¿Qué más podría ...", "¿Qué pasa cuando ... "," ¿Alguna vez tenga que ... "," ¿De dónde sacas ... "," ¿Por qué usted (o qué no) ... ", y" ¿Alguien alguna vez ... "documentar el origen de cada requisito para que pueda obtener más aclaraciones si es necesario y trace actividades de desarrollo de nuevo a los orígenes específicos de los clientes.
    - Es necesario sacar a la luz los supuestos de los clientes.
    - En lugar de limitarse a transcribir lo que los clientes dicen, el analista debe ser creativo, generar ideas y alternativas.
    - Observar trabajar y sugerir maneras de automatizar partes del trabajo a los usuarios con dificultad para expresarse.

- Buscar oportunidades de reúso de los sistemas existentes.

- **Entrevistas individuales y grupales**

  - Requieren involucrar a los usuarios en el proceso de obtención
  - Entender los pensamientos de los usuarios
  - Extraer la lógica subyacente. Flujos, tablas y árboles de decisión son formas útiles para representar estos caminos decisiones lógicas.
  - Asegurarse de que todo el mundo entiende por qué el sistema *debe* cumplir ciertas funciones.
  - Identificar los requisitos obsoletos o ineficaces y los procesos de negocio que no deben incorporarse en un nuevo sistema.
  - Después de cada entrevista, documentar los elementos que el grupo discutió y pedir los entrevistados para revisar la lista y hacer correcciones. La revisión temprana es esencial se para saber si hubo precisión en la información.
  - Utilizar nuevas conversaciones para resolver las incoherencias y para llenar los espacios en blanco.

- **Talleres elicitación**

  - Permite vincular a los usuarios y a los desarrolladores
  - El taller se debe planificar y seleccionar los participantes
  - Utilizar un facilitador externo para que el analista pueda dedicar toda su atención a la discusión y un escribano para capturar los puntos de discusión.

Sin tomar en cuenta cual sea la estrategia de elicitación utilizada esta debe tener en cuenta: [17]

  - Iniciar y terminar las secciones a tiempo
  - Sostener una sola conversación a la vez
  - Lograr que todos contribuyan
  - Centrarse en comentarios y críticas sobre los problemas, no en los individuos

- **Permanecer en el alcance**

  - Utilice el documento de visión y alcance para confirmar si las necesidades de los usuarios están contempladas dentro del alcance.
  - Evite discusiones que no permitan avanzar en temas del alcance.
  - Evite los detalles que ponen restricciones innecesarias al proceso y generan demora y desvío de la atención.

- **Detenerse para capturar los temas que se examinaran más adelante.**

- Tener registrada la información expresada por los usuarios y que se examinará más adelante

- **Tiempo de Discusión:**

  - Asignar un tiempo fijo para discutir cada caso de uso y asignar otro momento de ser necesario.

- **Equipos de discusión Pequeños:**

  - Reducidos grupos (5) cinco personas generan rápidas discusiones
  - Incluir representantes de los usuarios finales, expertos, analistas de requisitos y desarrollador.

- **Mantener a todos participando:**

  - Mantener el interés y la participación de los integrantes dando valor a sus aportes y motivándolos.

- **Demasiados participantes**

  - Demasiados participantes o datos lentifican el proceso por largas discusiones.

- **Clasifique la información**

  - La figura 11. Clasificación de la voz del cliente, muestra algunas formas de catalogar la información obtenida en la elicitación de los requisitos, esta figura es tomada de [17].
  - Sin embargo, cabe anotar que cuando la información no encaja en uno de estos cubos esta podría catalogarse como:

    - Un requisitos no relacionado con el desarrollo software, (necesidad de usuario).
    - Una restricción (restricción de diseño o implementación)
    - Un supuesto
    - Uno de los requisitos de datos, (que almacena los datos en un ordenador)
    - Información adicional de un establecimiento de contexto histórico.

CLASIFICACIÓN DE LA VOZ DEL CLIENTE

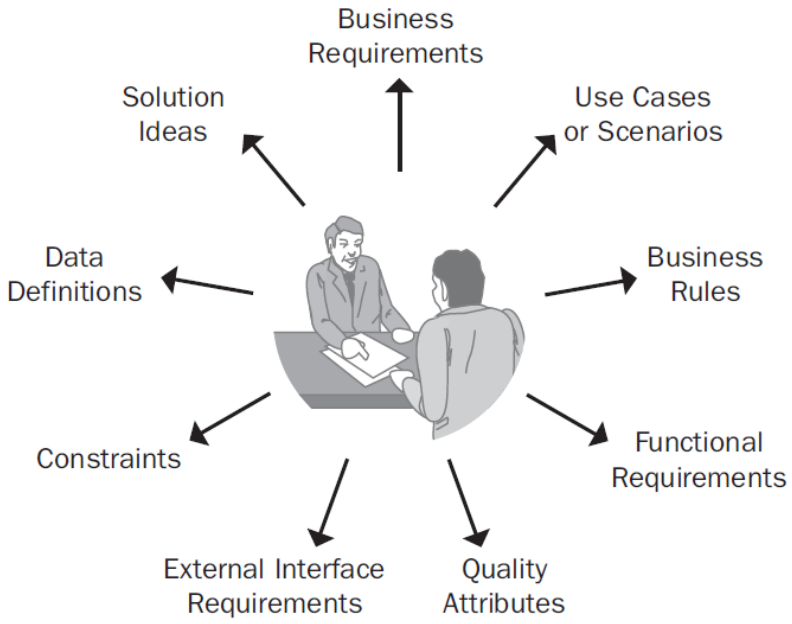


Figura 11. Classifying the voice of the customer (Tomada de 10-1SW_Requirements_Ch7)

2.4.4 Los requisitos del negocio.

Son la descripción financiera de mercado u otro beneficio comercial que los clientes o la organización requieren del desarrollo. Y se oirán como:

- "Aumentar la participación en el mercado en un X%."
- "Guardar $ Y al año en electricidad ahora desperdiciada por las unidades ineficientes."
- "Ahorre $ Z por año en costos de mantenimiento que son consumidos por el sistema de W. "

2.4.5 Los casos de uso o escenarios:

Son las declaraciones generales de los objetivos del usuario o tareas empresariales que los usuarios necesitan llevar a cabo, los casos de uso son un solo camino específico a través de un escenario de uso [21].

- Se puede recoger casos de uso pidiendo a los usuarios describir su flujo de trabajo empresarial. O pedir a los usuarios que “necesitan” que haga el sistema.

2.4.6 Las reglas de negocio.

- Cuando un cliente dice que sólo ciertas clases de usuarios pueden
- Algunas frases que identifican reglas de negocio:
  - "Hay que cumplir con la ley o <some Policy> corporativa"
  - "Debe cumplir con Estándar <some>"
  - "Si la condición es <some true>, entonces <something happens>"
  - "Debe ser calculado según formula> <some"

2.4.7 Requisitos funcionales.

- Describen el observable comportamientos del sistema
- Describen lo que el sistema deberá hacer en respuesta a una necesidad de usuario.

2.4.8 Atributos de calidad.

- Declaraciones que indican qué tan bien funciona el sistema
- Escuche: rápido, fácil, intuitiva, robusto, confiable, segura y eficiente.
- Más allá de Funciones son atributos de calidad de software.

2.4.9 Requisitos de interfaz externos.

- Describe las conexiones entre el sistema y el resto del universo.
- Frases que identifican:
  - "Hay que leer las señales de <some dispositivo>"
  - "Debe enviar mensajes a otros <some system>"
  - "Debe ser capaz de leer (o escribir) archivos en <some Formato>"
  - "Debe controlar pieza <some de hardware>"
  - "Elementos de la interfaz de usuario deben ajustarse a <some Estándar> estilo de interfaz de usuario"

2.4.10 Restricciones.

- Son limitaciones que restringen las opciones del desarrollador
- Se recomienda registrar la razón de ser de cada restricción para que todos los participantes en el proyecto sepan de donde viene.
- Limitaciones y restricciones innecesarias inhiben la creación de la mejor solución.
- Debe preguntarse por qué existe la restricción para validarla
- Frases que indican que el cliente está describiendo una restricción:
  - "Debe ser escrito en <a específica idioma> programación"

- "No se puede exigir más que la cantidad de <some memoria>"
- "Hay que operar de forma idéntica a (o ser compatible con) <otro Sistema>"
- "Se debe usar <a específica de interfaz de usuario comandos>"

2.4.11 Las definiciones de datos.

- Cuando los clientes describen el formato, tipo de datos, valores permitidos, o el valor predeterminado de un elemento de datos o la composición de una estructura de datos.
- Un ejemplo el código postal
- El mejor ejemplo de definición de datos lo brinda el caso Y2K

2.4.12 Ideas solución.

- Describen la manera específica para interactuar con el sistema para llevar a cabo algún tipo de acción se presentará una propuesta de solución.
- Frases que sugieren ideas de solución de parte del usuario:
  - "Entonces, selecciono el estado en el que desea enviar el paquete de una lista desplegable. "La frase *de una lista desplegable* indica que es una idea solución. Que deben ser validadas y sustentadas por el analista.

2.4.13 Algunas precauciones Acerca de la Elicitación

- Definir adecuadamente los usuarios representantes del proceso.
- Si el alcance no es correcto ejecute los requisitos que generen mayor valor al negocio.
- Utilice modelos bocetos y prototipos para aclarar los requisitos dejando claro que son ilustrativos.
- Realice investigación de la viabilidad del proyecto en la organización.

Encontrar requisitos faltantes:

Los requisitos faltantes se encuentran al descomponer requisitos de alto nivel en el detalle suficiente para revelar exactamente lo que se está solicitando. Un requisito vago y de alto nivel que deja mucho a la interpretación del lector dará lugar a una brecha entre lo que el solicitante tiene en mente y lo que el desarrollador construye.

- Asegúrese de que todas las clases de usuarios, han contribuido.
- Trazar los requisitos del sistema, casos de uso, listas de eventos de respuestas, normas empresariales y sus requisitos funcionales detallados para asegurarse que el analista obtiene toda la funcionalidad necesaria.

- Comprobar los valores límite para los requisitos faltantes.
- El modelado representa visualmente los requisitos a un alto nivel de abstracción el bosque, no los árboles.
- Los conjuntos de requisitos con la lógica booleana compleja a menudo son incompletos. Se debe representar en una tabla.
- Otra forma rigurosa para buscar los requisitos que faltan es crear un CRUD (crear, leer, actualizar y eliminar) en una matriz.
- Algunas personas agregan una *L* a la matriz de indican que el elemento de datos aparece como una selección *de* lista según lo muestra la Tabla [1], Sample CRUDL matriz for the chemical tracking system, tomada de [17]

Tabla 1. Sample CRUDL matriz for the chemical tracking system. (Tomada de 10-1SW_Requirements_Ch7)

Entoty / Use Case	Order	Chemical	Requester	Vendor Catalog
Place order	C	R	R	R,L
Change order	U,D		R	R,L
Manage chemical inventory		C,U,D		
Report on orders	R	R,L	R,L	
Edit requesters			C,U,L	

- **¿Cómo saber cuándo estás hecho?**

Los requisitos tal vez terminan cuando, como lo muestra la figura 12. El proceso de ingeniería de Requisitos tal vez terminó, basada en [17]. Sucede que los usuarios:

Figura 12. El proceso de ingeniería de Requisitos tal vez terminó. (Basada en 10-1SW_Requirements_Ch7)

A pesar de sus mejores esfuerzos para descubrir *todos* los requisitos, no lo hará, por lo que hay que esperar para hacer los cambios a medida que avanza la construcción. Y es importante recordar, que el objetivo es que los requisitos sean lo suficientemente buenos para que proceda a la construcción de una solución aceptada y minimicen el nivel del riesgo en la aceptación del producto final.

- **Pasos siguientes y Finales**

  - Es necesario pensar acerca de los requisitos que se descubrieron a finales de desaparecidos su último proyecto y preguntarse ¿Por qué fueron pasados por alto durante la provocación? ¿Cómo has podido descubrir cada uno de estos requisitos antes?

  - La Tabla [1] puede servir como base, Sample CRUDL matriz for the chemical tracking system

  - A continuación se debe clasificar cada elemento de ese fragmento de requisitos en las categorías. Este proceso se muestra en Figura 11, esto con el fin de saber si realizo una adecuada clasificación.

  - Finalmente es necesario enumerar los métodos de elicitación y requisitos que se utilizan en el actual proyecto y preguntarse ¿Cuáles funcionaron bien? ¿Por qué? ¿Cuáles no funciona tan bien? ¿Por qué no?, para identificar las técnicas de obtención que podría funcionar mejor y decidir cómo se aplicadas la próxima

vez, y así identificar los obstáculos que pueden surgir a las técnicas de trabajo para pensar sobre las maneras de superar las barreras.

2.5. Una visión general de Experimentación en Ingeniería de Software [22]

Siguiendo con la estructura basada en [2] una visión general del software experimental y partiendo de los conceptos universales, es importante entonces tener presente los aportes que genera el software experimental al proceso de desarrollo software. Según [23]

2.5.1. Aportes del software experimental.

- Las tecnologías que se emplean en el desarrollo de software carecen de evidencias sobre su adecuación, límites, cualidades, costos y riesgos (Jedlitschka).
- No existe evidencia alguna que apoye la mayoría de las creencias sobre las que se basa la construcción de software.
- La experimentación contribuye a contrastar las creencias y las opiniones para convertirlas en hechos.
- El fin de la experimentación es identificar las causas por las que se producen determinados resultados.
- Un experimento modela en el laboratorio, en condiciones controladas, las principales características de una realidad lo que permite estudiarla y comprenderla mejor.
- La fortaleza de la experimentación en laboratorio es que permite variar iterativamente aspectos de la realidad para estudiar el impacto que tienen tales manipulaciones.
- La Experimentación en Ingeniería de Software (ISE) hará posible la comprensión e identificación de las variables que entran en juego en la construcción de software y las conexiones que existen entre ellas.
- Experimentar con la construcción de software permitirá aumentar la comprensión de lo que hace al software bueno y cómo hacer software bien [Pfleeger].
- El objetivo de la ISE es hacer del desarrollo de software una actividad predecible científicamente, gracias al conocimiento de las relaciones entre los procesos de producción de software y los productos que se obtienen.
- La ISE traslada a la Ingeniería del Software (IS) el paradigma experimental.
- Todas las disciplinas experimentales necesitan adaptar los principios del experimentalismo a su propio contexto.
- El desarrollo de una metodología experimental específica para la IS en lo que consiste la investigación en ISE.

- Desde que la ISE surgió como una disciplina, se ha progresado en la realización de experimentos aislados, pero éste es sólo un primer paso en la secuencia de actividades del paradigma experimental.

2.5.2. Definición de software experimental:

Según [1] en [10], la Ingeniería de Software Experimental es la disciplina que implica no sólo el desarrollo de un proceso de modelo de sistema de software. Tal disciplina también involucra la planificación, el análisis y la información de los diferentes aspectos (por ejemplo, el análisis de la organización de las personas y el medio ambiente en modelo de software del sistema que se construyeron proceso) así como la validación de la investigación.

2.5.3. Fines de la experimentación:

Teniendo en cuenta que el fin de la experimentación es identificar las causas por las que se producen determinados resultados; un experimento modela en el laboratorio (es decir, en condiciones controladas) las principales características de una realidad (en nuestro caso el desarrollo de software) lo que permite estudiarla y comprenderla mejor. La fortaleza de la experimentación en laboratorio es que permite variar iterativamente aspectos de la realidad para estudiar el impacto que tienen tales manipulaciones.

La experimentación en Ingeniería de Software, hará posible la comprensión e identificación de las variables que entran en juego en la construcción de software y las conexiones que existen entre ellas.

Mientras que experimentar con la construcción de software nos permitirá, en palabras de [Pfleeger 99] “Aumentar la comprensión de lo que hace al software bueno y cómo hacer software bien”. La meta de la Ingeniería de Software Experimental, es hacer del desarrollo de software una actividad predecible científicamente gracias al conocimiento de las relaciones entre los procesos de producción de software y los productos que se obtienen.

En este sentido, La Nacional Science Foundation estadounidense ha establecido la experimentación como uno de los objetivos prioritarios en el que centrar parte de la investigación en ingeniería de software: “Avanzar nuestra comprensión del proceso de negocio de software mediante la experimentación” [22].

Según el autor, la Experimentación en Ingeniería de Software tiene como objetivo desarrollar fundamentos científicos de la ingeniería de software con el fin que futuros investigadores puedan replicarla.

2.5.4. Paradigma utilizado en experimentación

En la historia de todas las disciplinas ingenieriles se ha producido un paso similar al que la ingeniería de software experimental propugna para la ingeniería de software. La información usada para construir artefactos transita por etapas que van desde las creencias, especulaciones y aciertos casuales, hasta el conocimiento científico por medio del cual la disciplina ingenieril alcanza resultados predecibles. La ingeniería de software experimental establece los cimientos para realizar investigaciones experimentales en ingeniería de software, con el fin de llegar a conclusiones científicamente válidas sobre las que basar el desarrollo de software. Este conocimiento debe permitir identificar las condiciones de aplicabilidad, las debilidades y las fortalezas de las distintas tecnologías de desarrollo de software. [24], [25]

Se señalan respecto al paradigma experimental, diversas metodologías utilizadas en otras disciplinas que pudieran estar siendo utilizadas en el paradigma experimental del software y estos a su vez hacen uso de diversos paradigmas experimentales o analíticos. En [2] en [11]

De igual manera las investigaciones sobre el tema afirman que los paradigmas experimentales requieren planificación, observación, recopilación de datos y el proceso de validación o química, analizando los siguientes modelos experimentales: el método científico y sus variaciones, método de ingeniería y método empírico, así como un paradigma analítico el método matemático que se analizan brevemente a continuación. [2] en [10]

- **El método científico**: este método inductivo consiste en observar el mundo, proponiendo un modelo o teoría del comportamiento, medida para analizar o validar los supuestos del modelo o teoría, y si es posible, repetir el proceso.

  En la ingeniería de software, este paradigma puede ser la mejor opción en la búsqueda de la comprensión del proceso de software, el producto, las personas y el medio ambiente. El objetivo es tratar de extraer modelos del mundo y evaluar si son representativos (ambas actividades basándose en la observación (s) de evento (s) observado (s)).
  Dos variaciones de este enfoque inductivo son: **El método de ingeniería y El método empírico**. El primero consiste en observar la existencia de soluciones para solucionarlas, construir o desarrollar, recopilar y analizar y repetir el proceso hasta que mejorarlo. Se trata de un enfoque dirigido que supone que los modelos de procesos evolutivos ya existen en software como, productos, personas y ambientes. De los cambios realizados en el modelo o aspectos de modelo, se pueden lograr mejoras. En cuanto al **el método empírico,** puede decirse que consiste en proponer un modelo con la aplicación de métodos cualitativos y cuantitativos para estudios de casos con el objetivo de recopilar y analizar los datos para validarlo. Se trata de un enfoque dirigido que tiene como objetivo proponer un nuevo modelo, que puede o no estar basado en uno ya existente, este puede sugerir los efectos de los procesos o productos a través del

nuevo modelo. Tanto para el éxito del Método de ingeniería como para el Método empírico son las actividades fundamentales de recogida y el análisis.

- **El método matemático**: este método deductivo para proponer una teoría formal o un conjunto de axiomas, desarrollar una teoría, derivar los resultados y las observaciones se pueden comparar con empírica. Este modelo no requiere un diseño experimental, pero proporciona un marco analítico para desarrollar modelos y comprender sus límites basan en la manipulación de su propio modelo.

En este contexto, es necesario precisar y organizar algunas medidas en el ensayo con el objetivo de ofrecer una mejor comprensión y la evaluación del estudio tales como el **Marco**, [2][11], que tiene cuatro fases en el proceso de ensayo: definición, planificación, ejecución e interpretación. A continuación, cada uno de serán discutidos estos pasos.

2.6. Definición del experimento

Es la primera etapa del proceso experimental. Esta fase especificación consta de seis temas principales: motivación, objeto estudio, propuesta de estudio, la perspectiva, el dominio y el alcance.

La motivación en un estudio puede definirse como: entender, evaluar o mejorar el objeto del estudio.

El objeto de estudio es la entidad principal en el que examinar por ejemplo, un proceso de desarrollo, un producto modelo de software, entre otros.

La propuesta puede incluir: la caracterización de los cambios en un sistema para evaluar la eficacia de los procesos de pruebas, para evaluar los costos en la implantación de un modelo, motivar a la validación de una teoría a través del estudio empírico, etc.

La perspectiva específica desde qué punto de vista del estudio es logrado, por ejemplo, la perspectiva del desarrollador, un cliente, entre otros.

El dominio puede considerarse bajo dos aspectos: individual o de grupo individuos y el programa o proyecto. Persona o grupo son los trabajando por separado y el programa o proyecto en el persona o grupo de trabajo (m). Se especifica lo general El ámbito de aplicación en los estudios empíricos como lo muestra la Tabla [2] Escopos Empiricos, tomada de [2] en [11].

Tabla 2. Escopos Empiricos. Tomada de [per] en [11].

Cantidad de Personas por Proyecto	Cantidad de proyectos	
	Uno	**Más de uno**
Una	Single Project	Multi-Project Variation
Más de una	Replicated Projet	Blocked Subjet-Project

El objeto del proyecto

- Proyectos múltiples o aplicaciones son estudiado, que se analizan en diferentes temas cada proyecto. Este tipo de diseño ayuda a reducir interpretaciones mal formulados. Sin embargo, el costo de los experimento se incrementa.

- Proyecto Replicado. En un proyecto o aplicación son analizó diversos temas. Los estudios de este tipo de uso diversos temas o personas (equipos), todos trabajando en el mismo proyecto o aplicación

- Multi-Proyecto Variación Inicialmente, uno o más los sujetos se observan en un proyecto o aplicación antes y después de realizar un tratamiento en un proyecto o aplicación específica, que se compara con un proyecto o aplicación que no tenía ningún tratamiento

- El Proyecto Individual es similar a la notación de estudio de casos por una sola persona involucrada en un proyecto o aplicación.

Se destaca en el estudio empírico varios elementos: motivaciones, objeto de estudio, propuestas o puntos de vista, entre otros. Sin embargo, es importante destacar la manera como se describen y detallan los puntos mencionados para que otros investigadores puedan entender el propósito del estudio y tener como base las referencias para estudios posteriores.

2.7. Planificación del experimento

La segunda fase del proceso experimental es el diseño. Esta fase especificación comprende tres actividades: **diseño, criterios y evaluación**.

- **El diseño** de un experimento une el alcance de los métodos de estudio análisis y especifica la muestra a estudiar. Diferentes motivaciones, objetos de estudio, propuestas, perspectivas, dominios y ámbitos requieren la verificación de criterios

diferentes. **Los criterios** tienden a ser clasificados en aspectos relacionados con el costo, errores, cambios de tamaño, complejidad, la visibilidad de la información, entre otros. Como último paso de las actividades, sería el logro de los criterios de **evaluación** específicos, que implicaría la especificación y recopilación de métrica, así como la descripción de las técnicas de recolección.

2.8. Realización del experimento

La tercera fase del proceso experimental consiste en hacerlo efectivo. Esta fase comprende tres actividades: **preparación, ejecución y análisis**. **La preparación** es el establecimiento de procedimientos antes de la ejecución real del experimento. Un ejemplo sería realizar tres tex piloto, que permitieran los posibles ajustes y correcciones del experimento. La aplicación o **ejecución** consiste en la recogida de los experimentos. Esta colección general se lleva a cabo de acuerdo con el uso de las denominadas herramientas de búsqueda como, cuestionarios, entrevistas y entre otras. **El análisis** se fundamenta en la evaluación preliminar de los datos recogidos antes la formulación de una hipótesis o interpretación efectiva de los mismos. En este paso de la actividad se puede incluir métodos cualitativos y cuantitativos.

2.9. Interpretación del experimento

La cuarta fase del proceso experimental es la fase de interpretación de los datos del estudio. Esta fase consta de tres actividades: **el contexto de la interpretación, extrapolación (Extrapolación) y los impactos**. Después de analizar los datos, deben ser interpretadas de acuerdo a los **contextos**, es decir, se deben comprobar si los resultados están en línea con el estudio propuesto, el conocimiento del campo de la investigación, etc. La representatividad de la muestra analizada en el estudio califica **extrapolación** de los resultados en otros entornos. **El impacto** sugerido debe de ser con respecto a los debates y **las implicaciones** generadas a partir del estudio, por ejemplo, la posibilidad de la replicación experimento y la aplicación de mejoras en los métodos para desarrollo, gestión y software de investigación.

Se puede afirmar que el ensayo es importante para la zona Ingeniería de Software, se sugiere que antes de la especificación de un modelo o proceso, la construcción de un sistema o producto software, los estudios empíricos realizado con la intención de conocer o investigar los problemas, los desafíos, así como contexto en el que se producen, al ser más objetivos bien fundadas construcción y mejoras sugeridas. Por último, a través de la experimentación, el área de Ingeniería de Software victorias sobre la naturaleza de la ciencia como la búsqueda de nuevas experiencias conocimiento, y que se refiere al "cómo" y "qué" procedimientos y métodos deben ser utilizados para organizar y evaluar los conocimientos adquiridos.

2.10. Final

Para concluir se puede decir que la ingeniería de software es un área que cubre varios aspectos pertinentes y estos son extremadamente importantes para el éxito de los diseños de

sistemas de software. En el próximo capítulo, vamos a contemplar el tema específico Ingeniería de software, las principales características y peculiaridades que impregnan las actividades de la ingeniería de requisitos que se centran en el desarrollo de productos software.

3. CAPÍTULO IMPACTO DE LA INGENIERÍA DE REQUISITOS DE SOFTWARE DESARROLLO DE PRODUCTOS

Este capítulo presenta el impacto generado por la ingeniería de requisitos en el proceso de desarrollo de software personalizado, para ello se abordaron algunas realidades del proceso como: - Si no se logran los requisitos correctos no va importar que tan bien se ejecute el resto del proyecto de todos modos el resultado no será el adecuado, lo anterior se debe a que los requisitos de desarrollo son un descubrimiento y no solamente una colección de procesos. - El cambio sucede en las organizaciones y la Ingeniería de Requisitos no debe ser ajena a esta situación, en este contexto hay que tener presente que todos los interesados del proceso intervienen en los requisitos generando visiones propias, lo que hace que la participación de los clientes sea el factor más crítico a la calidad del software, sin embargo, aunque pensemos que el cliente no siempre tiene la razón es innegable que este siempre tiene un punto de vista que es válido y necesario para tenerlo en cuenta, en ese sentido, el analista debe utilizar como filtro, no solo preguntarse si estos apoyan los procesos del negocio sino so además si: "¿está este requisito en el alcance?" para así saber si debe considerarlo para esa o para una siguiente puesta en producción.

Otro aspecto al que se hace referencia en el capítulo es a la necesidad de la comunicación humana, a este respecto se dice que incluso el mejor documento sobre las necesidades de usuario no puede y no debe reemplazar el diálogo humano donde no solo se comprenden requisitos con las palabras expresadas sino con otras lecturas como la expresión corporal entre otros y se hace énfasis en que en materia de los requisitos, estos pueden ser vagos, sin embargo el producto siempre será específico, por tanto no se debe utilizar la incertidumbre en los requisitos como una excusa para la falta de precisión en el producto.

Terminando, este capítulo se presenta el tema denominado "El triage", donde se muestran algunos factores importantes a tener en cuenta al realizar el primer acercamiento con el cliente en la ingeniería de requisitos de un proyecto y finalmente este capítulo termina presentando algunas formas de encontrar las verdaderas necesidades de los stakeholders, con la exhibición de algunas pautas de elicitación y concluir reiterando la importancia que tiene para el producto software de calidad, el hecho de tener una adecuada gestión de requisitos.

Tomando en cuenta lo anterior este capítulo se basa en la afirmación de que para el contexto actual de calidad en el desarrollo, en la ingeniería de Software es importante destacar el gran impacto que presenta en este sentido la Ingeniería de Requisitos.

Respecto a la ingeniería de software podemos afirmar que: "Como cada consultor sabe, la respuesta correcta para casi cualquier pregunta con respecto a software, Es depende". Bajo esta afirmación, el mejor consejo para la forma de proceder a ejecutar Ingeniería de Requisitos en una situación determinada es depender de la naturaleza del proyecto, sus limitaciones, la cultura de la organización y del equipo y el ambiente de negocios entre

otros factores. En consecuencia la Ingeniería de Requisitos no es una actividad estática que se aplique a todas las organizaciones, personas o grupos de la misma manera, más bien que el análisis de los requisitos es un proceso de comunicación que atraviesa una barrera cultural entre el desarrollador y el cliente. [20] [13]

De igual manera se sabe que la ingeniería de requisitos es una rama de la Ingeniería de Software, que tiene que ver con el entendimiento en una forma ordenada de lo que se requiere en un sistema software por parte de clientes y usuarios. Y que dicha Ingeniería direcciona el proceso de elicitación, definición, modelado, análisis, especificación y validación de los requisitos para lograr un sistema y de su software, lo anterior, lo hace basado en un enfoque sistemático, separando el "que" del "como" del diseño. Cada una de estas actividades se considera como crítica dentro del desarrollo de sistemas de información, dado que los errores no detectados en las primeras etapas del proceso de desarrollo pueden tener amplias repercusiones en fases posteriores. Por lo tanto, disponer de un modelo de procesos acompañado de una herramienta para la gestión de requisitos es un avance importante y necesario para lograr calidad en la industria del desarrollo software. [2]

Los requisitos de software entonces, expresan las necesidades y limitaciones que corresponde colocar en un producto de software y que deben contribuir a la satisfacción de alguna necesidad en el mundo real, en este sentido la ingeniería de requisitos puede constituirse en una peligrosa trampa para el proceso de desarrollo software que llevan a cabo las organizaciones y que de quedar atrapados en ella genera consecuencias terribles para el negocio tanto del lado del cliente como de la empresa de desarrollo. Dichas trampas aparecen de la incorrecta definición de los requisitos y como resultado generan excesos de costos, plazos incumplidos, productos mal diseñados y en última instancia, un fracaso por no poder ofrecer lo que el cliente en realidad necesita. [6] [26].

3.1. Realidades acerca de la ingeniería de requisitos de software

Para adentrarse en las realidades del software, este estudio cita algunas afirmaciones propias del tema, encontradas en la literatura así:

Si no se logran los requisitos correctos, no va importar que tan bien se ejecute el resto del proyecto: Es importante tener en cuenta que cuando se hable de requisitos, no solo se hace mención a los que se tuvieron en cuenta en el inicio del proyecto, sino también a los requisitos que a lo largo de la ejecución del proyecto se van adquiriendo mediante la experiencia y el conocimiento de las necesidades del cliente y su organización y que proporciona valor, mezclando capacidades del producto en apoyo a las características propias del negocio solo de esta manera se logran establecer los requisitos verdaderamente correctos para un proyecto. [20]

Todo lo anterior se consolida mediante exploración y análisis de los requisitos obtenidos, que incluye la etapa correspondiente a la validación, la que tiene como característica

principal, la participación de los usuarios correctos para lograr el objetivo de aceptación del cliente y por ende la utilización del producto y su futuro inversión en él. [20]

Lo que lleva a pensar, que la aceptación de usuario del producto es un criterio de validación, que parte del apoyo que el producto genere a las tareas y que como consecuencia mide la calidad del producto. Son estos criterios entonces los que indican y miden realmente si los requisitos fueron o no bien elaborados y advierte de la calidad del producto final, porque fueron los requisitos validados la base para la ejecución del resto de fases del proyecto. [20]

"Cuando la gestión de requisitos es mala, los resultados en proyecto son incompatibles". Esta es una de las llamadas trampas del desarrollo software, que hace que los productos se desborden en tiempo y presupuesto. La afirmación inicial tiene predominio, dado que se tiende a pensar que los requisitos se pueden hacer de la misma manera en los diferentes proyectos por tanto hay etapas que pueden ser supuestas por el ingeniero o que no es necesario ejecutarlos con la rigurosidad que lleva cada etapa de gestión de requisitos. Se sabe en este sentido que la identificación y la gestión de los requisitos debe ayuda reducir el riesgo en el producto final, a aislar a sus necesidades y por tanto a evitas ejecutar requisitos incorrectos, situación que se da cuando se tiene una visión aislada de los requisitos, mirándolos como si fueran entidades incomunicadas, sin reconocer las dependencias entre ellos; lo que da lugar a un aumento de los riesgos del proyecto en los reproceso y al incumplimientos en funcionalidades y tiempos de entrega. Se recomienda entonces, hacer una interacción que muestre la relación que hay entre los requisitos del proyecto, los requisitos de negocios y otros elementos subsecuentes, como modelos, casos de prueba y defectos para garantizar la satisfacción de las necesidades de las partes interesadas. [26]

Por otro lado, cuando se identifican relaciones entre los requisitos, pese a que no se administren juntos, lo recomendable es crear el nivel adecuado de trazabilidad entre ellos generando; nuevas prioridades, considerando el efecto del cambio, utilizando las herramientas que permitan visualizar fácilmente las relaciones. Esta es pues una excelente base de mitigación de riesgos del proyecto y ayuda a asegurar la alineación que el negocio requiere para generar valor y que se traduce en menores los costes de desarrollo. [26]

Los requisitos de desarrollo son un descubrimiento y no solamente una colección de procesos: Es indudable que los requisitos no se recogen simplemente, es necesario ahondar con estrategias que permitan descubrirlos, lo cual requiere interacción con los participantes, investigación exploratoria, análisis, estrategias de descubrimiento de lo oculto y generación de nuevas ideas, para finalmente lograr requisitos que permitan proponer funcionalidades que satisfagan las necesidades del cliente y le añadan valor creativo al producto, siendo ese el éxito esperado en los requisitos. [20]

Otra dificultad se hace evidente cuando durante la Ingeniería de Requisitos se presentan exceso de documentos, lo que los hace difíciles de manejar los requisitos, además tal exceso es evidencia de que existe una colección de procesos de tal magnitud que desvirtúa y confunde el papel que deben cumplir estos en el desarrollo software y hace que se

conviertan en improductivos para el equipo alrededor de quienes se crea y un obstáculo para la búsqueda de la información necesaria para hacer su trabajo. La causa general de este desbordamiento de datos es el añadir demasiado detalle a los requisitos y la manera de manejarlo es utilizando herramientas de requisitos, técnicas visuales (gráficos, mapas) y glosarios de términos. [26].

Por otro lado cuando la documentación es centrada y retroalimentada como recompensa, se presenta aumento en la eficiencia de todos los interesados, se reducen detalles extraños en los requisitos y la trazabilidad y se presenta aumento en la calidad, dado que puede centrarse la atención en la información más importante. Respecto a la documentación es importante también tener en cuenta, que esta es presentada como un reto que implica que durante el proceso de ingeniería de requisitos se generen artefactos que sean comprensibles para todo el equipo de trabajo. [26], [27]

En apoyo a lo anterior, una de las maneras de afrontar el reto de la documentación es generar un adecuado glosario de términos para lograr un vocabulario común manejado por los diferentes participantes. [2]

El cambio sucede: Las empresas cambian, evolucionan en sus reglas de negocio, sus clientes, sus usuarios, su mercado, por ende sus necesidades, usuarios, etc. Esto es inevitable por tanto en la Ingeniería de Requisitos el cambio se debe gestionar en lugar de inhibir, se debe anticipar y adaptarse, sin embargo hoy, se está generando agitación y sobrecostos por carecerse de estructuras y procesos de control de cambios, lo que convierte el cambio en una barrera en la producción y en la calidad final del producto, es necesario entonces determinar: quién evalúa el cambio con autoridad, el proceso de gestión de cambio como tal, tener conocimiento y capacidad de decisión además de pleno conocimiento del crecimiento típico de los proyectos y su impacto a largo plazo, los planes de contingencia, las líneas base y los costos generados. [20]

Los requisitos entonces no se pueden fijar en una piedra, por el contrario debe darse cabida a esos cambios mediante la utilización de estrategias de apoyo como: manejar un repositorio de requisitos basado en circunstancias cambiantes, tener un plan de proyecto que se ajuste a los intervalos, mantener informados a los interesados de los cambios que se producen, recibir sus aportes y justificación para la priorización, la capacidad de planificación para el cambio en los requisitos del proyecto ayuda a mitigar riesgos y evita los sobrecostos. [26]

Todos los interesados del proceso intervienen en los requisitos: Cumplir con el conjunto de todos los requisitos, las limitaciones y las expectativas de las partes interesadas es clave para la generación de un producto de calidad, por tanto un punto a favor es hacer claridad respecto a la diferencia entre deseo y necesidad y las implicaciones que cada nuevo requisitos generan al presupuesto en cuanto a tiempo y costo y con relación a su generación de valor para el negocio. Por tal razón, es necesario tener claridad en cuanto a que es un stakeholders o Interesado, "Un interesado es una persona física o grupo que participa activamente en el proyecto, que se ve afectado por el proyecto, o que pueden influenciar

sus resultados", en nuestro caso se puede apreciar en la Figura 13, Some typical software Project stakeholders, tomada de la Figura 2-1 en esta figura se identifican algunos grupos interesados en un proyecto de software típico. Como se observa los interesados son de diversos tipos, por tanto se requiere del ingeniero, habilidades y capacidades especiales para identificarlos y para reaccionar frente a situaciones como actores que tienen intereses contrapuestos, resolver conflictos e identificar a los principales tomadores de decisiones. [20].

Figura 13. Some typical software Project stakeholders (Tomada de 1-cosmictruths.pdf)

Cuando se tienen artefactos de proyecto ocultos o sin fácil acceso, los desarrolladores y probadores a menudo no son conscientes de la visión del proyecto o no pueden encontrar la documentación de la arquitectura o la empresa los requisitos. Algunas recomendaciones a este nivel son: Mantener todos los artefactos del proyecto en un repositorio central que es accesible por el proyecto, tener los documentos clasificados y gestionados, informar los cambios al equipo. Tener la información al acceso de todos evita la repetición del trabajo, disminuye los residuos y promueve la reutilización, ya que hace la colaboración y la comunicación más fácil. [26]

La participación de los clientes es el factor más crítico a la calidad del software: Hoy los clientes no tienen tiempo para acompañar el proceso, hacer críticas y evitar los errores. Esta alternativa de participación activa serían menos costosa, dolorosa y más ágil, además tiene el mayor porcentaje para garantizar el éxito del proyecto. Al respecto se ha generado muchas estrategias que motiven e involucren al cliente en el proceso como las técnicas de identificación de usuarios, líderes o campeones de producto, construcción de prototipos y claridad en el establecimiento de las responsabilidades. [20].

Como aporte a lo anterior es necesario tener en cuenta en la relación cliente-requisitos, que la comunicación debe ser frecuente, para evitar los posibles problemas que puedan surgir con el desarrollo paulatino del producto y la falta de consulta frecuente con el cliente lo que

lleva a imaginar soluciones y requisitos, “la falta de comunicación de frecuencia es una trampa entonces para el desarrollo de software” por lo tanto se recomienda elegir un representante de cada grupo para comunicarse con regularidad, usar expertos para dirigir talleres grandes, establecer controles regulares con sus grupos de interés y determinar previamente la frecuencia de la participación. Solo la comunicación regular ayuda a ofrecer el producto que el cliente realmente quiere. [26]

El cliente no siempre tiene la razón, pero el cliente siempre tiene un punto: Por tanto el analista debe estar alerta a situaciones para identificar el estado del cliente, su grado de conocimiento de las necesidades y negociar con él [20].

Cuando se habla de pedir a los clientes lo que quieren parece contradictorio, pero, los clientes tienden a hablar acerca de las características que desean, sueñan o maginan y poco de lo que realmente necesitan. La verdad es que la gente a menudo no sabe lo que quiere de un producto software e imagina que este es la respuesta a una serie de impresiones y dificultades que representan caos en la organización y que no necesariamente tienen como solución total un producto software. A este nivel, cuando los clientes no saben lo que quieren y los desarrolladores no entienden el problema, se generan mal concebidas soluciones y productos defectuosos. Algunas sugerencias a este nivel serian: utilizar estrategias diversas para preguntar a los clientes sus necesidades concretas y así orientar el debate lejos de centrarse en las características, preguntar lo que quieren que el software haga, crear discusiones por separado de cómo se utilizarán los productos, identificar los actores adecuados sin combinar público objetivo, usuario final y cliente. [26]

La primera pregunta que un analista debe hacer acerca de un nuevo requisito propuesto es: "¿Está este requisito en el alcance?": El crecimiento controlado de los requisitos es normal sin embargo, algunas influencias hacen que este se desborde evitando que el producto sea entregado a tiempo. Para evitar esto es necesario tener claro y concertado el alcance del producto, que debe ser conocido y expuesto al equipo de desarrollo. Así frente a un nuevo requisito se debe crear la cultura en el equipo de desarrollo de preguntarse "¿Está este requisitos en el alcance?" dicha información también debe ser de dominio del usuario, quien deberá comprenderla como necesaria para la ejecución exitosa de la primera entrega y como la base de recolección de requisitos para entregas futuras. [20].

Por lo tanto, la falta de conocimiento del alcance, es una de las trampas para el desarrollo software que se generan desde el momento inicial de la Ingeniería de Requisitos y cuyo resultado funestamente acarrea el aumento del costo, del tiempo y la insatisfacción del cliente y por ende genera reportes de baja a calidad en el producto final. De aquí, que se generen planes de contingencia como: “Los equipos de desarrollo prevén las trampas de la gestión de requisitos e intencionalmente subvierten la creación de presupuestos y cronogramas precisos y con antelación”. [26]

Como ya se indicó la corrupción del alcance conlleva al aumento de los recursos, tiempo y presupuesto dado que el crecimiento sin control en un proyecto, puede ocurrir cuando los

equipos de desarrollo crean soluciones antes de determinar lo que realmente necesita el negocio. Por lo tanto la mala observación de los requisitos trae como resultado al negocio un proyecto aun sin validar y con vago nivel para aplicarlos al desarrollo, que llevan por lo tanto, al equipo de desarrollo por desconocimiento a querer centrarse en el detalle del producto. [26]

Se debe tener en cuenta que los requisitos del negocio son las necesidades reales de la organización y que son a su vez las que el producto software debe apoyar generando valor, por tanto estos deben ser lo suficientemente detallados para evitar la corrupción del alcance.

Al cumplir con el producto, los requisitos debe satisfacer las necesidades del negocio y por lo tanto los equipos no pueden desarrollar soluciones que tengan exceso en la adición de características. Los requisitos deben proporcionar valor, acomodarse al cambio, centrarse en lo que la empresa requiere, identificar y trabajar con las partes interesadas para entender el negocio y tener pleno control de los cambios. Como recompensa se evita la corrupción del alcance, se facilita la planificación, se mantienen intactos los presupuestos y los pazos, se genera valor y se logran productos de calidad. [26]

Incluso el mejor documento sobre las necesidades no puede y no debe reemplazar el diálogo humano: Aunque se reconoce el valor de la documentación y las ventajas que esta aporta a la preparación previa de los analistas, esta no reemplaza la comunicación verbal directa. La comunicación sigue siendo necesaria, para tener acercamiento personal de parte de los analistas y desarrolladores con los usuarios-conocedores y expertos en la materia, esto procura afinar detalles, aclarar ambigüedades, y llenar los espacios en blanco. "¿Cuánto detalle se necesita?". [20].

“Comunicarse con las partes interesadas es la mejor manera de comprenderse fácilmente”, “la comunicación efectiva minimiza el tiempo y optimiza el esfuerzo” esas son dos de las premisas referente a las trampas que para el desarrollo de software implica una óptima y personalizada comunicación de los requisitos del producto, lo que además hace pensar en pautas para generar una comunicación efectiva y eficaz y así obtener un conocimiento previo del público al que se va a dirigir cada sección. Con este fin se pueden utilizar estrategias pedagógicas como los diagramas, historias de usuarios, bocetos y storyboards, crear glosarios, plantillas de documentos y formularios de comentarios que sean claros, concisos y fáciles de diligenciar, usar prototipos para ayudar a los interesados a visualizar la solución. Usar la comunicación por lo tanto, propicia la obtención y retroalimentación de todos los representantes de los interesados, esto debe hacerse con sutileza y evitando la crítica de los puntos de vista, para esto se recurre a estrategias que permitan manejar palabras como "incorporaré", "colocaré esto en una lista de deseos" o "No se puede dar cabida esto ahora”, La recompensa de la comunicación efectiva es la eficiencia y la ayuda que brinda al evitar malentendidos que descarrilen los proyectos. [26]

Los requisitos pueden ser vagos, pero el producto será específico: Es normal que se presente el caso que la especificación de requisitos carezca de precisión y por tanto sea

difícil de entender o se preste para múltiples interpretaciones. Especialmente cuando el producto es nuevo, en este caso las partes interesadas deben tener claridad y registro de las impresiones dejadas en los requisitos y los supuestos asumidos. [20].

La consecuencia del mal manejo de la situación anterior es decir, de los requisitos ambiguos, llevan a confusión, reproceso y que se pase demasiado tiempo tratando de obtener aclaraciones a la información. La ambigüedad también tiende a generar riesgos a las siguientes fases del proyecto. Se recomienda utilizar referencias por escrito, crear glosarios, escribir y redactar del mismo modo que se le haría alguien recién ingresado a la organización, usar imágenes y redacciones paso a paso, leer a tiempo después de haber escrito. De esta manera se logrará la comprensión a las necesidades del proyecto de software. [26]

No utilice la incertidumbre como una excusa para la falta de precisión: Una manera de hacerle frente a la incertidumbre es mediante el uso de técnicas de prototipos que evitan la redundancia en los análisis y permiten descongelar los requisitos además, de abrir la puerta de entrada a la realización de una mejor estimación de recursos y costo. [20].

Lo anterior puede hacernos caer en cuenta que a causa de la falta de medición y evaluación en los procesos de requisitos, esta se convierte en una tarea compleja e imprecisa, dado que no se tienen mecanismos de control ni de mejora que permitan evaluar, las organizaciones. Al respecto, se debe tener la capacidad de revisar, evaluar y mejorar los requisitos y así poder lograr una visión precisa de datos, procesos y prácticas que es la clave del componente de éxito.

A partir de lo anterior es recomendable realizar retroalimentación de lecciones aprendidas, fomentar la mejora continua, definir y recopilar métricas que aseguran su éxito. Un ejemplo sería medir el impacto de los cambios en sus necesidades, la cobertura de caso de prueba, la prioridad, el costo y el esfuerzo de las empresas y los requisitos del producto. En este sentido, a la vez que se experimenta con la medida se encontrará la combinación adecuada de indicadores que permitirán realizar mejoras en la Ingeniería de Requisitos. La recompensa en la medición depende del desempeño de los proyectos, y es revelar los pequeños problemas antes de que se conviertan en grandes problemas, que pasen a formar parte de la incertidumbre en los proyectos. [26]

3.2. El Triage

Según Cook y Sinclar, quienes afirman que los requisitos requieren de una sección de triage: “el triage es el proceso mediante el cual un paciente es valorado a su llegada para determinar la urgencia del problema y asignar el recurso de salud apropiado para el cuidado del problema identificado; el paciente es clasificado de acuerdo con prioridades”, esto tiene gran similitud a lo que representa el primer acercamiento que es la Ingeniería de Requisitos para el caso del proceso de desarrollo software “los requisitos requieren de una sección de triage”, donde se clasifiquen según algunos conceptos previos y es de allí de donde se parte para tener solidez y calidad en la Ingeniería de Requisitos que acompaña y apoya al proceso

de desarrollo software. En la Figura 14. Visión de conjunto en el triage de los requisitos, se explican en su orden las actividades previas a la Ingeniería de Requisitos y las partes que lo componen como la identificación de los actores, el establecer prioridades, definir los recursos y finalmente establecer los peligros. [36]

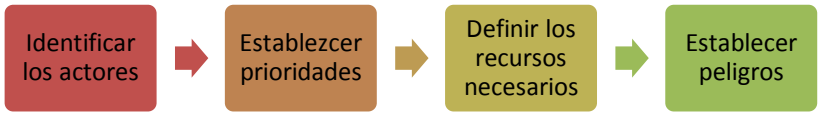


Figura 14. Visión de conjunto en el triage de los requisitos. Adaptado de (5-Notes on The Art of Requirements Triage by Alan M Davis)

3.3. Las necesidades de los actores:

El centro de la Ingeniería de Requisitos está en desarrollar procesos que identifiquen las necesidades y limitaciones de los distintos actores en un producto software por tanto el descubrimiento de las necesidades de los usuarios es el punto de partida. En consecuencia se puede afirmar que la fase de elicitación es la base que conduce a una óptima Ingeniería de Requisitos y por tanto la que genera mayor impacto en el proceso de desarrollo software, dado que es en la elicitación donde se logran identificar las necesidades, limitaciones y aportes que debe generar el software. [17]

Para complementar lo anterior, se citan a continuación algunas técnicas que se deben tener en cuenta durante la elicitación de los requisitos y que además se han convertido en alternativas para el entendimiento de las necesidades de los interesados y la capacidad de respuesta del producto: [17]

- Resistir la tentación de diseñar el sistema hasta no entender el problema no hacerlo así, lo que lleva a confusión en el equipo de trabajo y genera reprocesos. La Figura [15], basada en [17] muestra los contenidos del plan de elicitación con el fin de tener un completo entendimiento del problema, con algunos ítems que deben ser parte vital del plan de elicitación.

CONTENIDOS DEL PLAN DE ELICITACIÓN

Figura 15. Contenidos del Plan de Elicitación. Adaptado de (10-1SW_Requirements_Ch7)

La base de una buena elicitación debe ser: [17]

- Crear un ambiente propicio:
- Facilitar la comunicación
- Capturar los términos significativos
- Generar discusión
- Priorizar
- Mostrar cielo azul
- Sondear bajo la superficie
- Indagar sobre las excepciones
- Indagar sobre los sistemas existentes
- Sacar a luz supuestos
- Gestar ideas y alternativas
- Buscar oportunidades de reúso de otros sistemas
- Documentar luego de cada actividad
- Resolver incoherencias
- Realizar talleres
- Clasificar los requisitos por las categorías en requisitos de negocio, casos de uso y escenarios, reglas de negocio, requisitos funcionales, atributos de calidad, interfaz externa de requisitos, restricciones, definición de datos, solución de ideas.
- Clasificar la información adicional encontrada.

- Ser un buen oyente es necesario porque las palabras orientan la clasificación del requisito.
- Se debe prestar especial atención dado que al elicitar se puede hacer variar el alcance
- Buscar los requisitos faltantes
- Buscar las señales de terminación de la ingeniería de requisitos.

Entendiendo la Ingeniería de Requisitos como el procesos que identifica las necesidades y limitaciones de los distintos actores en un software, se puede decir entonces que el proceso de desarrollo software necesita la Ingeniería de Requisitos para existir y que la elicitación es el corazón de ésta.

Respecto al marcado interés que demuestran los diferentes autores por la elicitación de requisitos cabe anotar el siguiente aporte: "De todas las actividades relacionadas con el desarrollo de software, la comprensión de los requisitos del cliente es una de las más importantes", sin embargo pese a la gran importancia de la elicitación hoy vemos como se siguen aplicando las mismas técnicas para tratar de generar resultados mejores. Las técnicas de elicitación entonces no deben generalizarse, estas deben ser estrategias pedagógicas que dependen del entorno, del participante, de las características y el clima organizacional. Apoyados en lo anterior no podemos decir que un proceso de elicitación de requisitos es inadecuado, o que deba o no utilizarse una u otra técnica, más bien se puede decir que es más productivo el uso de una técnica de acuerdo al caso particular de un determinado cliente. Sin embargo, cabe anotar que el empoderamiento de la técnica depende en gran medida de la pericia, observación y conocimiento que tenga el elicitador. [29].

Por su parte, las técnicas individuales utilizadas tienden a representar la voz de un usuario, mientras que las técnicas grupales aunque requieren de mayores habilidades para su manejo, entregan como resultados la voz de un grupo. [29]

3.4. La definición y Gestión de Requisitos:

El tema de este capítulo, define a la gestión de requisitos como un paso necesario para el éxito, es la entrega exitosa de los sistemas y proyectos de software y es la disciplina requerido por estándares, reglamentos e iniciativas de mejora de calidad como CMMI®. [39].

En este contexto, el éxito en la definición de requisitos parte de la claridad en el proceso de creación y gestión de los mismos y se constituye en un reto para los sistemas y productos que desarrolla TI y de hecho para cualquier actividad en la que se requiera el manejo de una relación contractual. [39].

Sin olvidar, que una gestión eficaz de requisitos garantiza el cumplimiento de las necesidades de los clientes, en el tiempo y los recursos estimados. Es entonces importante conocer no solo que existen unos requisitos, sino también controlar su calidad. Un requisito

está correctamente definido cuando es correcto, completo, claro, consistente, verificable, trazable, factible, modular y de diseño independiente. [39]

Teniendo en cuenta que la buena administración mejora y acelera el retorno de la inversión de los recursos en los proyectos y que además vigila que los requisitos estén expresados de manera clara, por el contrario, la falta de claridad lleva a producir el proyecto equivocado, por lo tanto, se podría afirmar que el primer paso de la gestión es tener requisitos claros, que sustenten los objetivos del proyecto y de futuros proyectos. En este sentido se presentan importantes aportes en la Figura 16. Pautas para una Buena Administración de los Requisitos, que es ajustada de [39]

Figura 16. Pautas para una Buena Administración de los Requisitos Adaptado de (RM_WP_TenStepsToBetterRM.pdf)

3.5. Consideraciones Finales:

La definición de proyecto exitoso, es un proyecto a tiempo, dentro del presupuesto, y con toda características planeadas. Por lo tanto, las realidades descritas en el capítulo reafirman que la base de un proyecto de desarrollo software exitoso está en sus requisitos y más específicamente se centra en una buena elicitación que incluya conocimiento de las necesidades del cliente y claridad en el alcance, partiendo de la aseveración que para conocer las necesidades del cliente se deben idear estrategias personalizadas, de

motivación, inclusión, escucha y depuración que deben estar sustentadas en un alcance claro y concertado. [4] [27…].

El producto de software por sí solo no puede satisfacer las necesidades de los usuarios, es fundamental la manera en la que los requisitos del producto son manejados independientemente del software, para lograr que sea este quien apoye las necesidades de los usuarios y no quien las limite.

Llegado a este punto, uno de los principales objetivos de la ingeniería de requisitos es descubrir cómo analizar el sistema, para identificar qué requisitos deben ser asignados a los componentes. En algunos sistemas, todos los componentes se ejecutarán en software en otros se comprenderá la necesidad de una mezcla de las diferentes tecnologías, casi todo tendrá usuarios humanos pero a veces los componentes del sistema deben ser asignados (por ejemplo, para guardar costos o para explotar la capacidad de adaptación humana y el ingenio). Debido a esto la Ingeniería de Requisitos es fundamentalmente una actividad de ingeniería de sistemas, en lugar de una que es específica a la ingeniería de software. [6].

También cabe anotar, que en todo proyecto se debe generar un primer acercamiento con resultados donde se Identifiquen los actores, se establezcan las prioridades, se definan los recursos y se establezcan los peligros.

Apoyados en lo anterior podemos afirmar que la elicitación de los requisitos es una de las tareas más importantes de la Ingeniería de Requisitos por tanto se plasmaron en este capítulo algunas recomendaciones básicas de cómo realizar un plan de elicitación que debe cubrir: Objetivos, estrategias de procesos, artículos de los esfuerzos de elicitación, horario y estimación de los recursos, riesgos de elicitación, para garantizar éxito en el proceso. Además, reafirmando la importancia de la elicitación, se presentan algunas pautas que giran en torno a lograr acercamiento a los participantes y a motivar en ellos un ambiente de participación en el proceso, dentro de esas pautas se destaca la de ser buen oyente y canalizador de la información.

El procesos de desarrollo software en sí, necesita en lugar de una cantidad de requisitos lograr una adecuada administración de ellos, teniendo en cuenta que esta mejoraría y acelera el retorno de la inversión de los recursos en los proyectos y además vigila que los requisitos estén expresados de manera clara, dado que, la falta de claridad genera el proyecto equivocado, se podría afirmar por lo tanto, que el primer paso de la gestión es tener requisitos claros, que sustenten los objetivos del proyecto actual y de futuros proyectos. En este sentido algunas pautas de administración de requisitos serian, el conocer la estructura, administrar y vincular las necesidades del cliente, requisitos y contratos, especificar las restricciones, especificar los requisitos de calidad, visualizar requisitos, requisitos de prueba, cerrar la brecha entre el negocio y el desarrollo, el control de cambio de los requisitos, captura y seguimiento de las métricas y tendencias y ofrecer ejemplos de buenas requisitos y los requisitos de re-uso, entre otros.

4. CAPÍTULO PARADIGMA CUALITATIVO

Una Perspectiva Paradigma cualitativo

Este capítulo realiza una presentación referente al enfoque de la investigación cualitativa. Para ello inicialmente se efectúa una definición del método de investigación donde se abordan aspectos como: Actividades y técnicas básicas que se pueden tener en cuenta cuándo se utiliza el enfoque cualitativo como método de investigación y finalmente se realiza una comparación de las características principales de los métodos cualitativo y cuantitativo. [41…]. Teniendo en cuenta que el paradigma cualitativo es la metodología de este estudio empírico, en este capítulo se presentan los temas con el fin de generar una visión global del método. [40], [41…] [48]

4.1. Resumen del Método de Investigación

Según Lüdke y André (1986), para llevar a cabo una búsqueda, es necesario promover confrontación entre los datos, la evidencia, la información recopilada sobre un tema determinado y el conocimiento teórico acumulado en él. Así se está construyendo una parte del saber. Y este conocimiento no es sólo el resultado de la curiosidad, la inquietud, la inteligencia y actividad de investigación del investigador, sino también la continuación de lo que se ha preparado y sistematizado referente al tema en trabajos anteriores. [2] en [95].

Se puede decir, en general, que en el método fundamental de investigación es la elección de procedimientos sistemáticos para llevar a cabo o para describir fenómenos en el mundo. Ese por su parte es el objeto de conocimiento científico, que tiene elementos que lo componen y características propias del tiempo y espacio. En otras palabras, el fenómeno es el hecho, evento, o sujeto a ser estudiado a través de la ejecución de las medidas ordenadas, la obtención de información, características y peculiaridades de los mismos.

Si damos un vistazo, podemos decir que la investigación tiene como objeto el descubrir algo, indagar, dar respuesta de manera sistemática a las múltiples preguntas que se hace el ser humano. Con relación a esto, en este estudio se analizan las diversas definiciones que proporcionan algunos autores como Garza Mercado Ario quien define a la investigación como: "... un proceso que mediante la aplicación de métodos científicos, procura obtener información relevante y fidedigna, para extender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento". Otros autores afirman que en la actualidad existe en la literatura una gran variedad de métodos que se puede utilizar en la investigación científica, como los métodos de investigación cuantitativos y métodos cualitativos. No obstante, cada método tiene diferentes hipótesis y objetivos, las ideas principales de la investigación cuantitativa son diferentes las utilizadas en la investigación cualitativa. [40], [2]en [36], [95]

Para la contextualización de este capítulo presenta la sección 4.1.1 de las ideas principales del paradigma cuantitativo y en la sección 4.2 de las principales características del paradigma cualitativo. Posteriormente, sección 4.3, se presenta una comparación entre las principales características de métodos cuantitativos y cualitativos.

4.2. Paradigma cuantitativo

El paradigma cuantitativo, más ligado a la perspectiva distributiva de la investigación social que al resto, básicamente persigue la descripción lo más exacta de lo que ocurre en la realidad social. Para ello se apoya en las técnicas estadísticas, sobre todo la encuesta y el análisis de datos secundarios, dado que lo importante es construir un conocimiento lo más objetivo posible, deslindado de posibles distorsiones de información que puedan generar los sujetos desde su propia subjetividad. Con este método se permitirá establecer leyes generales de la conducta humana a partir de la producción de generalizaciones empíricas. El método cuantitativo además se caracteriza por medir fenómenos utilizando la ya mencionada estadística y empleando experimentación, el proceso que utiliza para ello puede ser secuencial o deductivo y presenta dentro de sus bondades la precisión. [41].

El objetivo de este trabajo de investigación es comprender el hoy de la Ingeniería de Requisitos, la manera "cómo" se está llevando a cabo, "que" desafío y retos enfrenta hoy, es decir el "As" el estado actual de la ingeniería de requisitos entre las organizaciones que desarrollan productos de software a medida en Antioquia, además en esta investigación se expresan situaciones de contexto que llevan al "porqué" se están desarrollando de determinada forma.

Lo anterior genera un contexto propio del paradigma cualitativo que se presenta a continuación con sus características.

4.3. Paradigma cualitativo

El método de investigación cualitativa se basa en un análisis de situación de la investigación compleja, en la búsqueda del conocimiento refinado en cuestiones particulares, así como el descubrimiento y la investigación de los fenómenos con el fin de comprender la naturaleza y contexto en el que se insertan [2] en [95] [36] [82] [90].

Este paradigma utiliza la recolección de datos sin medición numérica, evalúa el desarrollo natural del de los hechos y no requiere ni utiliza hipótesis. Según lo apoya la figura 17. Paradigma de Investigación.

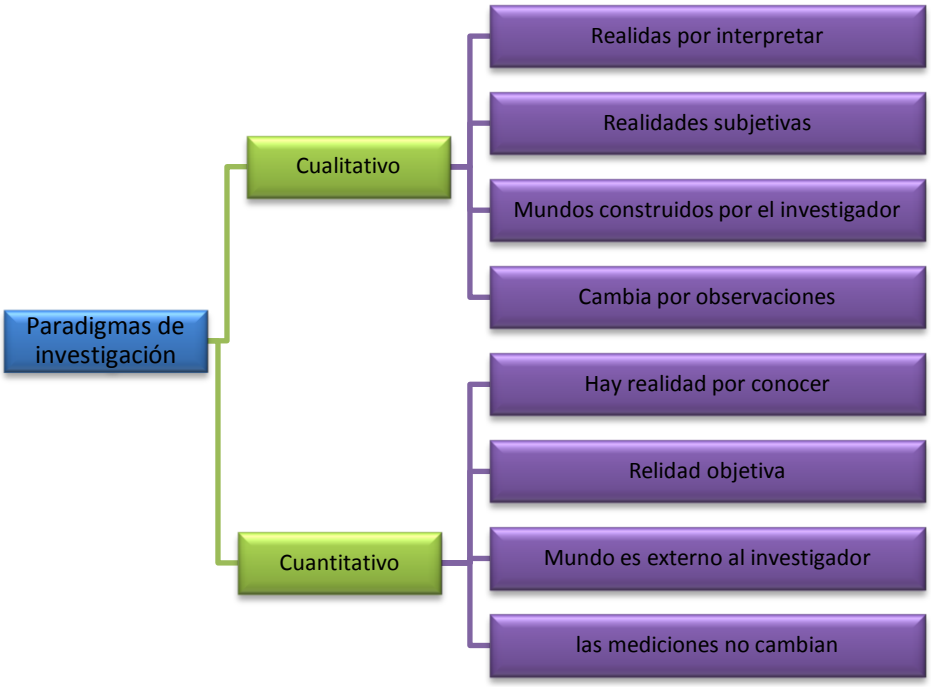


Figura 17. Paradigma de Investigación

En esta investigación el método cualitativo no permitió la formulación de hipótesis con base en la literatura dado que el método es también influenciado por el conocimiento teórico, sin embargo, la investigación cualitativa no utiliza teorías como punto de partida, pero no un estudio empírico basado en "el principio abertura".[2].

De acuerdo con el principio anterior, el investigador debe suspender el conocimiento Teórico adquirido a priori, para evitar problemas tales como el descubrimiento de cualquier cosa más allá, así como la falsificación de datos recogidos de acuerdo a las expectativas esperadas.

Sin embargo cabe señalar también que el aspecto cualitativo de la investigación no se pierde cuando cierta información se transforma en datos cuantitativos, porque el objetivo aquí no es promover generalizaciones, pero si tratar de garantizar exactitud de los resultados [2] en [95].

Ampliando lo anterior el paradigma cualitativo consta de ocho aspectos esenciales: [2] [36]

- **Métodos de apropiabilidad y teorías:**

Antes de comenzar la búsqueda recomendada para analizar el problema a ser estudiado y constatar si se pueden ser investigados de acuerdo con los criterios y procedimientos disponibles por el método de búsqueda. Cada método tiene sus objetivos propios, procedimientos y herramientas específicas para investigar y su objeto de estudio.

En la investigación cualitativa la premisa principal es la búsqueda conocimiento a través del análisis de las relaciones complejas, mediante el estudio empírico de descubrir nuevos conceptos y teorías a través del "principio de apertura" y la diversidad de sus instrumentos (cuestionarios de investigación, entrevistas, grupos de discusión o grupos focal).

- **Perspectiva de los participantes y su diversidad**

¿Por qué hacer frente a relaciones complejas y tener en cuenta el tiempo, lugar, contexto sobre el objeto de estudio? En la investigación cualitativa se aprecia toda la gama de información, ya sea: la perspectiva de los participantes (Investigador, observador, entrevistado, entre otros), las prácticas que se han realizado, así como los significados subjetivos y sociales que les Relacionados.

- **La reflectividad del investigador y la investigación**

La investigación cualitativa tiene en cuenta las reflexiones del investigador o los que forman parte de la investigación, así como cualquier campo de interacción, ya sea investigador o investigador-participante, teniendo en cuenta ambos casos como parte de la producción de conocimiento.

- **Variedad de enfoques y métodos de investigación cualitativa**

A diferencia de la investigación cuantitativa, que tiene normas obligatorias y conceptos teóricos y metodológicos unificados en la investigación cualitativa, se puede involucrar varios enfoques teóricos distintos o no, porque sus métodos tienen razones de las líneas y las influencias diferente.

- **Entender como principio epistemológico**

Investigación cumplir con el (s) evento objetivo cualitativo (s) estudiado (s) de su observación y la investigación. Sin embargo, la manera de expresar y entender esta en términos metodológicos depende de la posición teórica subyacente a la investigación.

- **Reconstrucción de los casos como punto de partida**

Se llama "caso": A cualquier individuo que es parte del estudio, su punto de vista, contexto en el que se inserta y su interacción con otros individuos. Por lo tanto, antes de la redacción de declaraciones estudiamos cada caso y más tarde, de la totalidad de la caja se hacen supuestos estudios

- **Construcción de la realidad basada**

Como se mencionó en el punto anterior, a partir del estudio de casos es posible reconstruir la realidad estudiada. Se ve así que en realidad no es la investigación cualitativa

determinada, pero si reconstruida a partir de los casos, los individuos el contexto, la hora y el lugar en el que viven.

- **El texto como empírica**

Cuando se realizan estudios de casos, se producen los textos. A partir de estos análisis y empíricos se pueden hacer interpretaciones. La investigación sobre el objeto de estudio, de acuerdo con la investigación cualitativa es guiada por los siguientes procedimientos básicos: técnicas de recolección de datos, recolección, la transcripción y análisis de datos e interpretación de los datos.

Estos procedimientos pueden ser descritos de forma independiente, pero presentar un orden en particular. En la práctica, este orden se puede representar a través de un orden lineal o circular, aunque ambos procesos abarcan todos pasos que guían el método cualitativo. El proceso difiere de ser lineal o circular para llevar al investigador a reflexionar constantemente sobre todo el proceso, así como sobre los pasos específicos. Se infiere, por lo tanto, a que este proceso requiere el uso de más de tiempo que lineal.

Por razones como el tipo de proyecto, el tiempo y la base del estudio, se eligió el modelo lineal, que se muestra en la Figura 18. Una visión general del proceso de investigación cualitativa, donde se presentan las secciones parte del proceso de investigación cualitativa. [2].

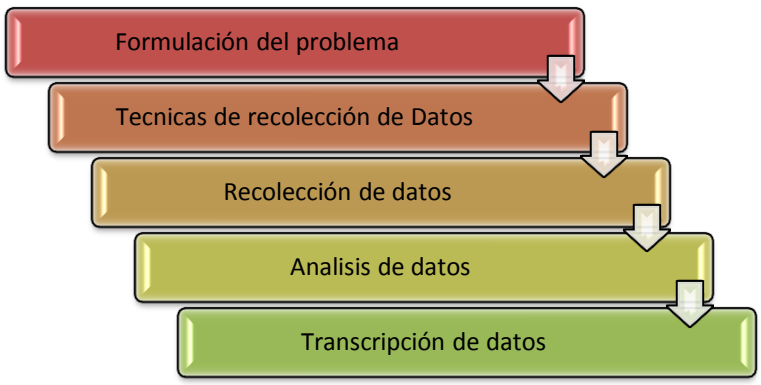


Figura 18. Una visión general del proceso de investigación cualitativa

Apoyado en lo anterior se presenta una breve descripción de las actividades llevadas a cabo en el proceso del modelo lineal.

Por otra parte, al realizar un abstract del paradigma cualitativo se puede decir que es el enfoque que utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir preguntas

de investigación partiendo de estudios de caso que parten del investigador o de su interacción con el campo.

4.4. Formulación del problema

La formulación del problema en este estudio consiste en el análisis de la situación, la especificación y delimitación del tema que se estudiará, es decir encontrar los elementos esenciales, partiendo del criterio de que formular un problema es caracterizarlo, definirlo, enmarcarlo teóricamente, sugerir propuestas de solución para ser demostradas, establecer unas fuentes de información y unos métodos para recoger y procesar dicha información bien sea cualitativos o cuantitativos.

Basado en lo anterior aunque la formulación del problema es independiente del método de investigación, el análisis de la formulación del problema lleva a la elección del método de investigación, cualitativa por ejemplo en el caso de esta investigación y el análisis del problema u objeto de estudio demostró una buena comprensión y se comprobó si se cumplen los supuestos y objetivos, esto determinó la adecuación del método estudio del fenómeno o tema a estudiar. Lo anterior en contraste con la investigación cuantitativa que genera comprobación a teorías.

4.5. Técnicas de recolección de datos

Esta es la actividad que sirve como estrategia para alcanzar el objetivo, a continuación se describe los instrumentos utilizados para la obtención de los datos.

En las investigaciones se utilizan varias técnicas para la obtención de datos tales como: Entrevistas, encuestas, observación y secciones grupales. El método cualitativo de esta investigación condujo a la utilización de los siguientes instrumentos:

4.5.1. Encuestas

La función de una encuesta es obtener información definida, esta abarca el estudio del universo o contexto. Para este estudio la encuesta permitió conocer aspectos generales de las empresas, describiendo aspectos como: Datos del encuestado y datos de la Organización (nombre, dirección web, teléfonos, etc.)

Además y con el objetivo de contextualizar los empleado adscritos al procesos de desarrollo software se solicitaron datos dentro de la encuesta como: las certificaciones, sus niveles de inglés, tiempo de prevalencia en las organizaciones y roles entre otros.

Por otro lado, se requirió información respecto a estrategias, metas y necesidades de capacitación por parte de las organizaciones y de estas, sus nichos de mercado, metodología de desarrollo utilizadas, tipos de desarrollo que son su fortaleza y tipos de clientes.

Referente al proceso de desarrollo software con este instrumento encuesta se obtuvieron datos referentes a niveles de satisfacción de los clientes en las diferentes etapas del proceso de desarrollo software, formas de contratación modo de incorporación de la Ingeniería de Requisitos en el proceso de desarrollo software [38].

Es necesario aclarar que no hay reglas claras en cuanto a planificación de cuestionarios. Por lo tanto, es responsabilidad del investigador determinar el tamaño, la naturaleza y el contenido del instrumento. [2] en [95]

Las encuestas se pueden clasificar de dos formas: por el tipo de pregunta de los encuestados (preguntas cerradas, abiertas o una combinación de ambos) y el modo de aplicación de la encuesta (contacto directo o cuestionario enviada por correo).

En cuanto a los instrumentos con preguntas cerradas son aquellas con categorías o las opciones de respuesta fija y predeterminada. Hay varios tipos de preguntas cerradas, las más utilizados son las preguntas con alternativas dicotómica (es decir sí o no, verdadero o falso), y preguntas con respuestas múltiples (por ejemplo, a menudo, a veces, nunca). Entre las ventajas de utilizar Las preguntas cerradas son las formas rápidas para el llenado del cuestionario y codificación de datos (análisis e interpretación de datos). Sin embargo, hay desventajas, tales como la limitación de las respuestas del entrevistado y la falta de la respuesta de control (por ejemplo, el entrevistado puede señalar al azar respuestas con el objetivo de terminar rápidamente el cuestionario).

A su vez las encuestas con preguntas abiertas, son aquellas en las que el encuestado debe responder a las preguntas que hacen uso de frases y oraciones, es decir, el objetivo es que el entrevistado exprese su opinión o punto de vista, en lugar de que su respuesta sea directa y predefinido. La gran ventaja de la utilización de preguntas abiertas es permitir al entrevistado exponer su opinión o punto de vista. Sin embargo, hay desventajas como la dificultad de la clasificación y codificación de las respuestas y el tiempo requerido al ser contestadas.

Para este estudio sin embargo, se tuvo en cuenta que cada una de las preguntas del instrumento apoyara en el objetivo de la investigación, además como es típico de los investigadores, se tuvo en cuenta el uso de ambos tipos de preguntas, el cuestionario que brinda la información y tiende a preguntas fijas, y la profundidad de búsqueda o punto de vista acerca de la entrevistados con preguntas abiertas.

En cuanto a la forma de aplicación de una encuesta se puede decirse que:

- Una manera es en contacto directo con el encuestado y otra el envío del cuestionario por correo, este estudio utilizó las dos maneras ya que se contactó al encuestado, se

contextualizó del estudio y posteriormente se envió el instrumento, que de ser necesario sería retroalimentado por el encuestador en referencia a preguntas o necesidad de expresar puntos de vista, para posteriormente recibir el instrumento en la organización al momento de aplicar la entrevista.

Referente a las ventajas y desventajas de una encuesta la Figura 19. Encuesta, señala claramente cada una.

Figura 19. Encuesta

4.5.2. Entrevista Semi-Estructurada

La entrevista, desde un punto de vista general, es una forma específica de interacción social. El investigador se sitúa frente al investigado y le formula preguntas, a partir de cuyas respuestas habrán de surgir los datos de interés. Se establece así un diálogo, pero un

diálogo peculiar, asimétrico, donde una de las partes busca recoger informaciones y la otra se nos presenta como fuente de estas informaciones.

Dentro de las características deseables de una entrevista están:

- Ambiente personas y diálogo
- Saber identificar la persona con quien nos entrevistamos y dominar el diálogo.
- Utilizar el método impresionista como una visión instantánea en la que se recogen aquellos rasgos y detalles que destacan del conjunto
- Generar diálogo sincero
- Hacer que el entrevistado se sienta cómodo
- Permitir la expresión de ideas propias del entrevistado

Teniendo en cuenta que es la entrevista semi-estructurada la utilizada en este estudio puesto que la estructurada es donde investigador planifica previamente las preguntas mediante un guion preestablecido, secuenciado y dirigido, por lo que dejan poca o ninguna posibilidad al entrevistado de réplica o de salirse del guion, utilizando preguntas cerradas (si, no o una respuesta predeterminada). Mientras que la entrevista semi-estructurada determina de antemano, cual es la información relevante que se quiere conseguir, se hacen preguntas abiertas dando oportunidad a recibir más matices de la respuesta, permite ir entrelazando temas, pero requiere de una gran atención por parte del investigador para poder encauzar y estirar los temas. El investigador tiene como referentes la información sobre el tema, la entrevista se va construyendo a medida que avanza y con las respuestas que se dan. Requiere de gran preparación por parte de investigador, documentándose previamente sobre todo lo que concierne a los temas que se tratan.

La Figura 20. Tipos de Entrevista semi-estructurada. Adaptada de [2] en [36] señala algunos de los distintos prototipos de entrevista semi-estructurada.

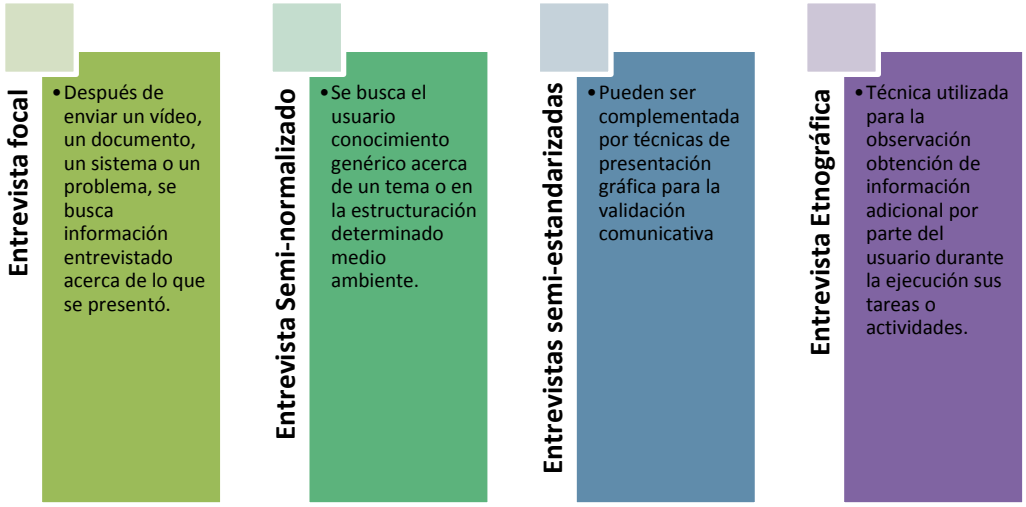


Figura 20. Tipos de Entrevista semi-estructurada. Adaptada de [2] en [36]

En las entrevistas semi-estructuradas se pueden enumerar algunos aspectos importantes que a tenerse en cuenta cuando se utiliza tal instrumento de investigación. La Figura 21. Entrevista Semi-estructurada.

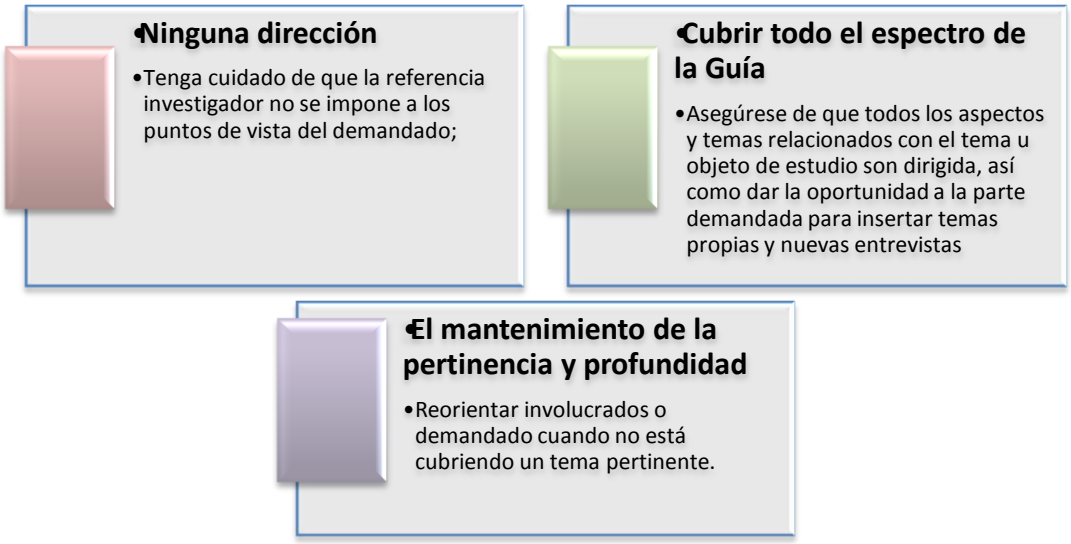


Figura 21. Entrevista Semi-estructurada.

4.5.3. Grupo de Discusión

En este estudio las entrevistas se realizaron a pequeños grupos de personas cuando la organización destinaba para ello diferentes roles o grupos de personas que ejecutan el mismo rol. El empleo de dinámicas de grupo se utilizó para discutir un tema en particular, que en una entrevista semi-estructurada. A esta técnica se le denomina entrevista grupal, la que se aplicó con pocas preguntas y el empleo de grabaciones para evitar obviar las observaciones de los participantes. Para la obtención de la información y propiciar la discusión con las entrevistas se puede utilizar dos tipos de técnicas diferentes: e**ntrevistas grupales** y **grupos de discusión.** [1] en [36]

Las entrevistas en grupo deben aplicarse cuando se trata de una pequeño grupo de personas, lo que propiciará los debates sobre un tema específico. En esta técnica, el entrevistador debe desempeñar el papel de mediador entre participantes o entrevistados, así como fomentar la participación de los miembros pocos involucrados con la discusión. El entrevistador debe saber buscar el equilibrio y cumplir con el objetivo de enfocar la información sobre un tema y no generar una discusión alrededor de un problema.

Las discusiones en grupo**,** son una forma de actividad mediadora para construir conocimiento compartido que logre una visión común y debe tenerse un entrevistador que puede moderar de tres formas:

Targeting formal - El moderador se limita al control de programar de oradores y determinar el inicio y el final discusión;
Dirección Tema - El moderador realiza preguntas como una forma de dirigir el curso de la discusión
Dirección de la dinámica de la interacción - Se aplica el moderador preguntas provocativas con el fin de polarizar una discusión o cabida a las relaciones de dominación.

Puede ser presentando documentos, gráficos y prototipos como estimuladores. Con el fin de facilitar la comprensión de las discusiones de grupo, pueden figurar los siguientes pasos:

1. La discusión de grupo comienza con la explicación de los procedimientos y las mismas metas. Para este estudio se envió una invitación y un documento de breve contextualización.
2. Breve presentación de cada miembro
3. El facilitador debe generar sensación de grupo
4. La discusión comienza con un estímulo, que puede ser anuncio el problema o la demostración de un sistema
5. Luego se espera que ocurra el curso de la discusión: fases del interrogatorio, orientación, adaptación alterna, familiarización y el cumplimiento
6. Tema o tiempo agotamiento
7. Programar otra reunión si es necesario.

Problemas que se presentan con respecto al uso de las discusiones en grupo:

- Dificultad para hacer un pronóstico de cómo será la discusión que se lleva a cabo
- No existen criterios claros de si un grupo ha agotado o no discusión del problema
- Dificultad para estimular involucrados mientras dirigir la reunión
- Puede ser difícil programar un tiempo que todo el mundo puede participar.

4.5.4. Observación y Etnográfica

La observación directa del fenómeno en estudio es una técnica cualitativa y objetiva de recolección; con ella puede obtenerse información aun cuando no exista el deseo de proporcionarla y es independiente de la capacidad y veracidad de las personas a estudiar; por otra parte como los hechos se estudian sin intermediarios, se evitan distorsiones, sin embargo desde cuidarse el entrenamiento del observador para que la observación tenga validez científica.

Dentro de la observación se presentan modalidades como:

- Según los medios utilizados o clasificación
  - Observación estructurada: Es donde se observan los hechos, estableciendo de antemano que aspectos hay que estudiar
  - Observación No estructurada: Consiste en recoger y anotar todos los hechos que suceden en determinado momento sin poseer guía de lo que se va a observar
- Según el papel o modo de la participación del observador:
  - Observación participante: Participación directa del observador con la comunidad, el grupo o la situación determinada.
  - Observación no participante: El observador permanece ajeno a la situación que observa
- Según el número de observadores
  - Individual: Es la que realiza una sola persona y el investigador debe centrarse en lo que observa.
  - Colectiva: Todos pueden observar lo mismo o cosas diferentes.
- Según el lugar donde se realiza:
  - Campo: Los hechos se captan tal como se realizan.
  - Laboratorio: Con carácter experimental, es la observación minuciosa y detallada de un fenómeno en un sitio previsto para la observación.
- Ventajas
  - Los hechos se estudian sin intermediarios.
  - Se obtiene información independiente del deseo que tengan los sujetos de proporcionarla
  - Los fenómenos se estudian en el momento en que ocurren.
  - Es independiente de la capacidad que tenga la persona de suministrar la información.
  - No depende de la memoria.
- Desventajas

- No sirve para estudiar muestras grandes.
- Técnica costosa, requiere personas altamente entrenadas que empleen su parte visual, auditiva, tacto y olfato.
- No brinda información de acontecimientos pasados ni futuros.
- Si la persona se siente observada puede cambiar la conducta habitual.
- El procesamiento de resultados tan variados resulta de difícil cuantificación.

4.5.5. Pre-Testing

Algunos investigadores recomiendan realizar pruebas previas o testes piloto al instrumento de la encuesta. Tal actividad implica la aplicación de un número reducido de los elementos del instrumento que tienen las mismas características que los elementos seleccionados de la muestra y no se pueden utilizar elementos pertenecientes a la muestra específica para el estudio. Según [1] en [95].

En concordancia con [1] este estudio se establece que es responsabilidad del investigador elegir para analizar el problema a ser estudiado y su adecuación a las técnicas especificadas por el método de investigación con el objetivo de determinar qué técnicas de recopilación de datos son más apropiadas.

4.5.6. Recopilación de datos

La elección del método depende de la estrategia de recopilación de datos, el tipo de variable, la precisión necesaria del dato, además de los vínculos entre una variable, su origen y los métodos prácticos para su recopilación adoptados por el elicitador.

Habría que decir también que la recolección de datos incluye el acceso al campo, (entendiéndose por campo según una institución, una sub-cultura, una familia, un grupo específico de personas, quienes toman las decisiones en las organizaciones), el estudio tiene como fin, especificar el tipo de compromiso entre el entrevistado y el investigador para definir las funciones que el investigador debe tener para entrar en el tema de estudio, así como la realización efectiva recolección datos. [1], en [36].

La entrada del campo es uno de los temas más importantes en la investigación cualitativa. Se podría decir que esta importancia se debe a aspectos de la investigación cualitativa esencialmente (adecuación de los métodos y teorías, la perspectiva de los participantes y su diversidad, la reflexividad del investigador y la investigación, variedad de enfoques y métodos, la comprensión con el principio epistemológico, caso la reconstrucción como punto de partida, la construcción de la realidad como base) discutido en la sección 4.2, así como los problemas que enfrentan comúnmente como la garantía de los participantes y la colaboración, la disponibilidad material de demostración y el acceso a las personas y la información relevante para el estudio.

En algún momento, estos problemas están relacionados con el tipo de papel, la habilidad comunicativa y la posición adoptada o designada por el investigador, ya que el acceso o

eliminar cierta información depende esencialmente de la adopción de roles y postura adecuada (por ejemplo, un investigador particular podrá adoptar el papel moderador en una discusión de grupo y sus puntos de vista no debe imponerse en el entrevistado) o asumir y asignar un papel, o la postura debe ser visto como un proceso de negociación entre los participantes (personas a entrevistar, y si la encuesta se llevó a cabo en una organización, también se refiere a los que han de permitir o facilitar el acceso) [2] en [36].

En la recolección de datos es importante evitar errores en el entrevistador como: hacerse un juicio positivo o negativo del entrevistado, generar ideas preconcebidas o prejuicios, dejarse llevar por el tipo de experiencia que tiene el candidato sobre el trabajo en cuestión, tener tendencia a comparar características del candidato con las suyas propias o con las de personas conocidas, evitar preguntas incomprensibles.

Respecto al acceso a las instituciones se realizó de manera directa visitando y o contactando telefónicamente cada organización, este estudio tuvo además muy presente el tema de gobierno institucional previendo situaciones como: los niveles de confidencialidad de las organizaciones, y los diferentes temas de regulación del acceso y dedicación de tiempo y recursos de los entrevistados. [1] en [36], llama a esto relación cliente usuario.

A este respecto este estudio se contactó con las personas encargadas del gobierno directo de las organizaciones y se les contextualizó respecto a los beneficios y aportes que requería y generaba el estudio, en cuanto a tiempo y recursos institucionales. Partiendo de la base del interés y compromiso de estas personas se recibió la lista de asignados por cada organización y sus datos para enviarles la información y concertar las citas. De esta manera el problema de disponibilidad presente en la recolección de datos fue minimizado.

4.5.7. Datos de transcripción

Al proceso de recopilación y organización de datos con objeto de identificar tendencias y patrones se le denomina transcripción y análisis de datos. El análisis de datos consiste en la realización de las operaciones a las que el investigador somete los datos con la finalidad de alcanzar los objetivos del estudio. Teniendo en cuenta que no todas estas operaciones pueden definirse de antemano, de manera rígida la recolección de datos y ciertos análisis preliminares pueden revelar problemas y dificultades que des actualizarán la planificación inicial del análisis de los datos.

Sin embargo, en este estudio se proyectaron los principales aspectos del plan de análisis en función de la verificación de cada una de las hipótesis formuladas ya que estas definiciones condicionaron a su vez la fase de recolección de datos, que se almacenaron en grabaciones y textos para su posterior análisis.

Entendiéndose que el proceso de textos de investigación cualitativa sirven para dos propósitos: el primero para representar no sólo los datos esenciales que son la base de descubrimientos, sino también la base para la realización de las interpretaciones y el segundo para la presentación y comunicación de lo que es posible descubrir. [2] [36].

4.5.8. Análisis e Interpretación de los Datos

Dentro de las técnicas de análisis de datos que existen están, las técnicas cualitativas en las que los datos son presentados de manera verbal con grabaciones y con notas en documentos. Y técnicas cuantitativas en las que los datos son presentados de manera numérica. En ambos casos el análisis y la interpretación de datos tienen diferente manejo.

Como en el análisis cualitativo no existen reglas formales se realizó para este estudio una descripción del material en bruto, se evaluaron y redujeron los datos y se analizaron Así:

1. Se conoció la trazabilidad y existencia de la información
2. Se despejaron componentes o variables de interés para la investigación con resúmenes para reducir la masa de la información y codificación que atribuyó categorías la material.
3. Se aplicó el método de análisis por emparejamiento que analiza casos, el método teórico y construcción progresiva de una explicación iterativo de abordaje de los datos con mínima formalización
4. Se verificó la réplica de resultados con un análisis transversal.

Para la parte del análisis cuantitativo de esta investigación se realizó un ligado a las hipótesis donde cada una de ellas, planteadas en el estudio fue objeto de verificación, apoyada en los datos recogidos. Las demás técnicas existentes de análisis de datos no se abordaron en esta tesis por estar fuera del alcance de los trabajos.

4.5.9. Teoría de Códigos

Para este estudio, la interpretación de los datos es considera dependiente de la recogida y muestreo de material, y es el ancla para las decisiones sobre qué datos o casos serán los próximos en ser analizados y qué métodos deben utilizarse para recogerlos. [2] en [36].

En la teoría de la codificación, se puede decir que hay varias etapas de interpretación: codificación abierta, codificación axial y codificación selectiva. Es decir que el proceso de interpretación comienza con la codificación abrir y cuando nos acercamos a la culminación del proceso de análisis da lugar la codificación selectiva.

Entendido como codificación *una representación de las operaciones para que los datos que están fragmentados, conceptualizados y en conjunto reincorporen nuevas formas* [2] en [36]. Además de acuerdo con esta comprensión, la codificación consiste en una comparación constante de los fenómenos, conceptos y casos, la formulación de preguntas basados en el material textual y el uso del proceso de abstracción para el desarrollo teorías. Habrá objetivos de codificación para expresar datos y fenómenos en forma de conceptos o definiciones. Inicialmente, un fragmento de material textual (una entrevista, por ejemplo) está fragmentada (una sola palabra, secuencias cortas de palabras) de barras y un número

superíndice. Después de la segmentación texto, cada número se refiere a un título, notas y que puede representar, sobre todo, los "conceptos" (códigos).

Como resultado de esta codificación, hay cientos de veces códigos. A su vez, el siguiente paso clasifica estos códigos agrupándolos entorno a los fenómenos descubiertos en los datos que son particularmente relevantes para pregunta de investigación. Por lo tanto, estas categorías se relacionan con los códigos, sin embargo, estos son más abstractos que los utilizados inicialmente y debe representar los contenidos de una categoría notablemente.

En el caso del código abierto, pueden hacer uso de los diversos grados de detalle. El texto puede ser codificado línea por línea, frase por frase o párrafo por párrafo, se puede conectar a textos enteros (un protocolo, un caso, etc.). Lo que define el uso de una u otra alternativa es la pregunta de investigación, el material, el estilo personal el investigador y la fase de la investigación a la que se ha llegado. Vale la pena señalar también que el uso de este tipo de clasificación es adecuado para las piezas específicas del texto, por objetivo es contribuir a la comprensión de la materia cuando se presenta pasajes oscuros. Por encima de todo, el punto más importante de este tipo de codificación no se pierde el objetivo principal, que es la fragmentación y entender un texto y añadir y desarrollar categorías, colocarlos en un orden cronológico.

El resultado de codificación abierta es una lista de códigos y categorías que se han añadido al texto. Dicha lista también contendrá subtítulos con el objetivo de explicar y definir el contenido de los códigos y categorías, así como notas con observaciones sobre el material y los pensamientos relevantes para el desarrollo de la teoría. La codificación axial es para mejorar y diferenciar las diversas categorías resultantes de la codificación abierta. Para esto, las categorías consideradas más prometedoras se enriquecen según la mayor cantidad de piezas encontradas. Para mejorar aún más, estas categorías están sujetas a las comparaciones.

Por último, establecer relaciones entre estas categorías y otras, así poder establecer o aclarar la relación entre las categorías y subcategorías. De acuerdo con [2] en [36], *"el investigador se mueve continuamente de un lado a vuelta entre el pensamiento inductivo (el desarrollo de conceptos, categorías y relaciones del texto) y el pensamiento deductivo (conceptos de pruebas, categorías y relaciones en oposición al texto, especialmente las partes que son diferentes casos o aquellas de las que se han desarrollado)".* Se puede resumir la codificación axial como el proceso de relación de subcategorías en una categoría. Este es un proceso de pensamiento inductivo y deductivo de varios pasos, que se celebran a las comparaciones y preguntas. La codificación selectiva continúa imponiendo una codificación axial un mayor nivel de abstracción. El objetivo de este paso es el desarrollo de la categoría esencial en alrededor del cual otras categorías pueden agruparse y desarrollados por la que se integran. En este punto, se entiende que el foco está en un caso en lugar de en una persona o entrevista.

En caso de seguir, se debe ofrecer una visión general (descriptiva) histórica, donde el análisis va más allá del nivel descriptivo debido a elaboración de la línea de la "*historia*

reúne a un concepto central para el fenómeno de la historia, relacionándolo con otras categorías"[36]. El análisis y el desarrollo de objetivo es la teoría para descubrir patrones en los datos, así como las condiciones bajo las cuales éstas se aplican.

En el procedimiento de interpretación de los datos, así como en la integración del material adicional se incluye como premisa que se ha alcanzado la saturación teórica, cuando nada nuevo se puede añadir a lo que está.

En la siguiente sección se presentarán los principales aspectos relacionados con la otra técnica para el análisis e interpretación de datos como los números de codificación que flexibiliza la utilización de los mismos textos y códigos con un tema diferente y que aportan a otra materia.

4.5.10. Codificación temática

Según [2] en [36], la codificación del tema es desarrollada para estudios comparativos donde los grupos definen y priorizan basado en la teoría o asunto investigación y donde el objeto de investigación es la distribución de perspectivas sobre un fenómeno o proceso.

Las premisas son aquellas que en -mundos o en diferentes grupos- pueden ser encontradas con visiones distintas. Para evaluar esta hipótesis y desarrollar unas características teóricas de cada grupo, pueden ser necesarias de hecho comparaciones del material empírico. Para que esto sea posible, el muestreo es específico a los grupos en los que los puntos de vista sobre el tema parecen ser instructivo de revisión, es decir, grupos en los que se puede comprar conocimiento sobre el objeto de estudio.

Un punto importante a tener en cuenta es que la elección de una u otra técnica de recolección de datos debe garantizar el objetivo principal es decir una comparación casos. Un ejemplo de herramientas de recogida de datos que se pueden utilizar sería las entrevistas episódicas y entrevistas semi-estructuradas.

El análisis de textos en codificación temática, es para codificar las declaraciones y relatos en categorías, desarrollados a partir de los datos empíricos con el fin de verificar las diferencias y similitudes encontradas entre los grupos definido.

La interpretación se divide en varias etapas, a saber:

- Los casos en cuestión se analizaron de acuerdo a un número de estudios de caso
- Cada caso se analiza en detalle y se sugiere una orientación para guiar este análisis [2] en [36]
- Tras la finalización del análisis individual de todos los casos, que formarán parte de los resultados, y cualquier posible revisiones
- Por lo tanto, se trata de un análisis en profundidad de un caso se desarrolla un sistema de categorías, utilizando codificación abierta y selectiva, donde se pretende

generar categorías temáticas que el único caso, en lugar del desarrollo de una categoría esencial a tierra en todos los casos que se trate

- Después de analizar el primer caso, las categorías desarrolladas y áreas temáticas a los casos individuales son cuidadosamente facturados. Esta revisión tiene como resultado una estructura temática. Este estructura puede cambiar a medida que nuevos aspectos o contradictorias surgen y se utiliza en el análisis de todos los casos que forman parte de la interpretación
- El resultado del proceso es una exposición de los aspectos el caso, incluyendo los temas que se pueden identificar en diferentes puntos de vista. La estructura temática servirá como parámetro para la comparación de los casos y los segundos grupos diferencias y similitudes encontradas.

Por último, se concluye que este procedimiento es adecuado para los estudios que involucran las comparaciones entre los grupos definidos de antemano y cuya emisión la investigación es específica. En la siguiente sección se analizan los principales aspectos relacionados con la otra técnica para el análisis e interpretación de datos: un análisis cualitativo.

4.5.11. Análisis cualitativo de contenido

El despliegue de técnicas de análisis cualitativo, que apuntan a la lógica de producción y análisis de información textual y su interpretación, requiere luego de un adecuado proceso de organización. No existe una única forma de análisis cualitativo. Las técnicas de análisis dependen del tipo de técnica empleada y ciertamente, del tipo de "dato" obtenido el cual debe lograrse reducir para una mayor comprensión.

Se reconocen varias prácticas analíticas. Semántica-estructurales: estas son de mayor reconocimiento por ser más auditables, las semiológicas que son de reconocida utilidad interpretativa en diversas disciplinas científicas y las de triangulación hermenéutica que son más ambiguas y artesanales, de menor uso por su escaso nivel de auditabilidad. Cada una de éstas supone un nivel de organización y reducción de datos dependiendo del tipo de información procesada.

Para realizar el análisis cualitativo del contenido se debe considerar que dados los datos en texto o audio se requiere habilidad especial del investigador quien debe reconocer un proceso común.

Teniendo en cuenta que el dato cualitativo encierra las interacciones de los sujetos entre sí, con el investigador y con el entorno, éste debe ser un conjunto de manipulaciones, transformaciones y operaciones realizadas sobre los datos con el fin de extraer significados que permitan comprender la situación del objeto de estudio. Con el análisis se generan modelos interpretativos conceptuales o analíticos que aportan ilustraciones de la realidad.

Se presentan en este contexto algunas dificultades como: la cantidad de datos, carácter polisémico, falta de definición de la estrategia de análisis, dudas en la credibilidad.

Por otra parte es sabido que el análisis cualitativo tiene dos enfoques: inductivo, teoría fundamentada y deductivo etnográfico, por tanto no hay un modo único de realizar análisis, pero si existen algunas tareas necesarias como la descripción del texto, la reducción de datos, la categorización de unidades, la codificación y el nombramiento a cada categorización.

Se citan a continuación una serie de pasos para el análisis cualitativo. Donde se detallan estos para una mejor comprensión y desarrollo del contenido del análisis cualitativo. Según la Figura 22. Pasos para análisis cualitativo, basada en [2].

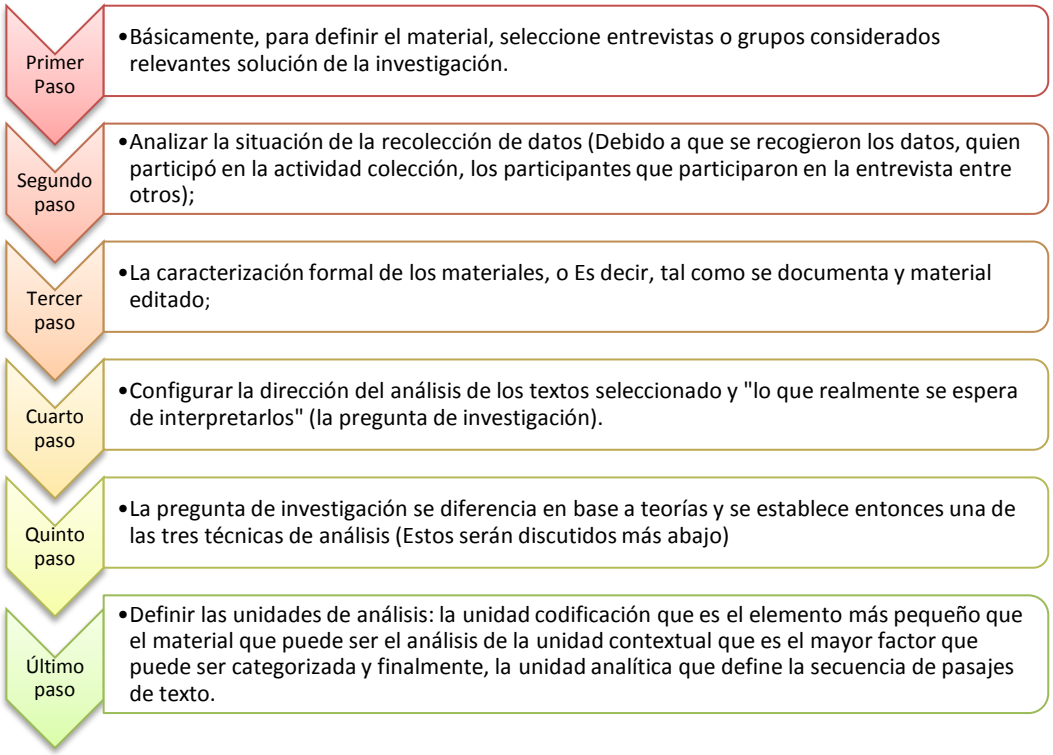


Figura 22. Pasos para el Análisis Cualitativo.

Las técnicas de análisis que se pueden utilizar en el análisis cualitativo los contenidos son:

- **Análisis de Corto el contenido:** en esta técnica, el material es parafraseado, donde extractos y paráfrasis con significados similares están omiten y paráfrasis como se condensan y se resumen.

- **Análisis de contenido explicativo:** esta técnica trabaja a la inversa de la técnica anterior, es decir, que tiene como objetivo aclarar pasajes difusos, ambiguos o contradictorios, con la participación material del contexto en el análisis. Los

diccionarios se utilizan para definir conceptos y la gramática se utiliza para formular definiciones.

- **Análisis del contexto:** Explicar la sección a analizar en un contexto más amplio, que busca información fuera del texto básico inicial y a partir de ahí formula pruebas, es decir, son una "paráfrasis explicativa", con contenido de estructuración. El análisis de esta técnica busca tipos o estructuras formales en la materia.

4.6. Comparación de las características principales del método Cualitativa y Cuantitativa

En las Figuras [23], [24] y [25]. Fases de los Enfoques Cualitativo y cuantitativo, Características de los Métodos Cualitativo, Cuantitativo y Comparativo entre los modelos cuantitativo y cualitativo, respectivamente, se aprecian los beneficios de cada uno y las características que presentan. Lo que lleva a la conclusión que la elección del método puede ser cualitativa o cuantitativa porque finalmente depende del objetivo que el estudio pretenda alcanzar.

Para este estudio y el método cuantitativo solo, no sería adecuado para el establecimiento de la muestra a estudiar que debe ser determinado no solo por la relevancia representatividad sino que debe ser dirigido principalmente al método cualitativo para la generación de la información recogida.

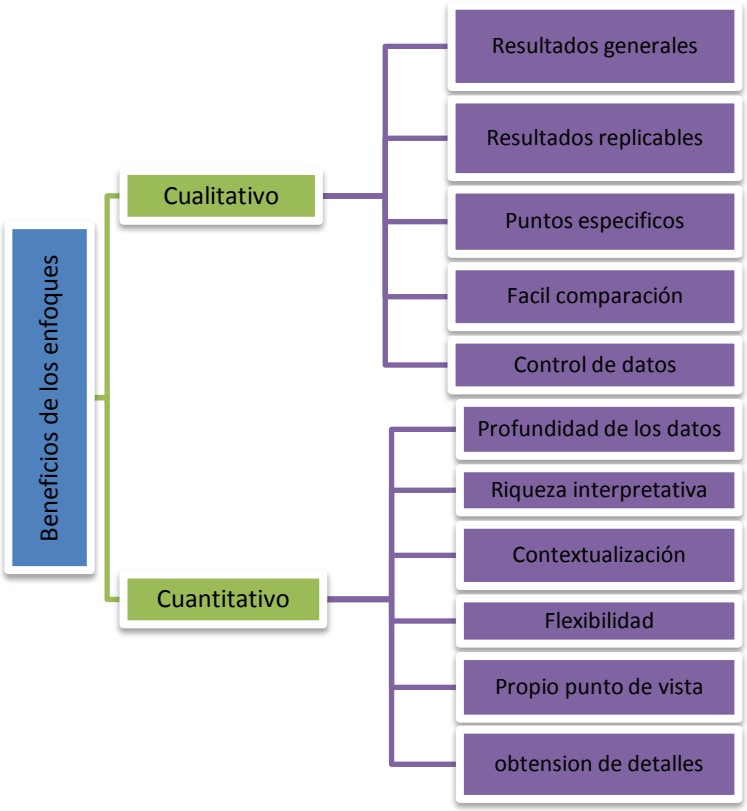


Figura 23. Fases de los Enfoques Cualitativo y cuantitativo

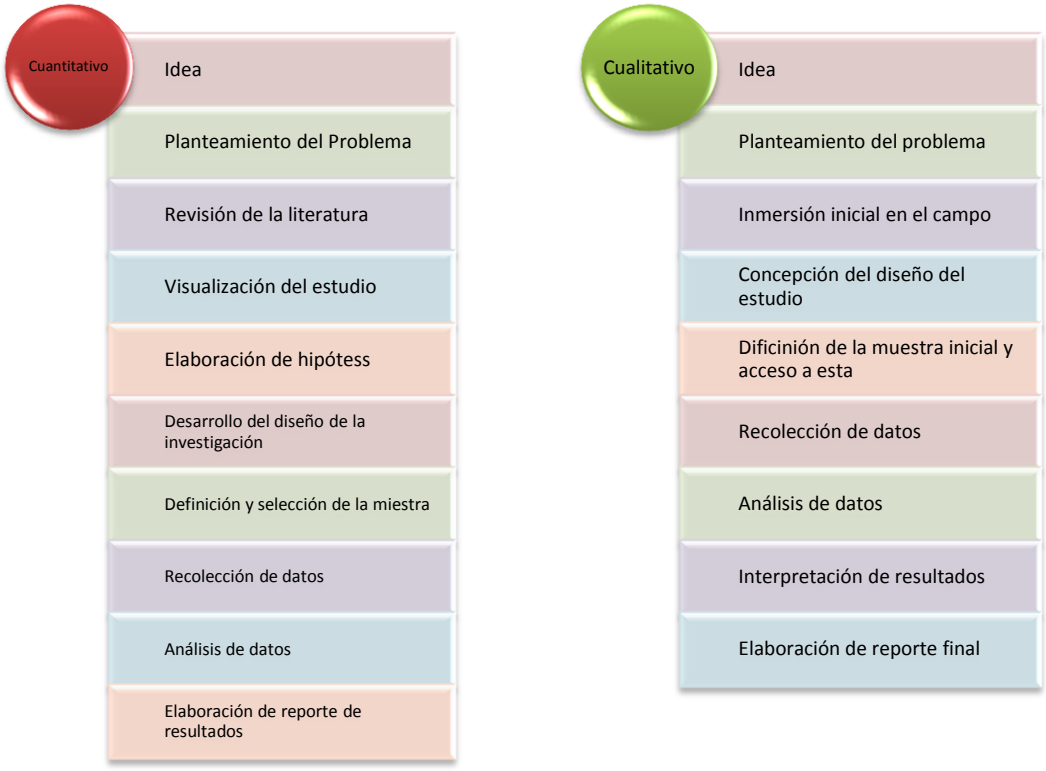


Figura 24. Características de los Métodos Cualitativo y Cuantitativo

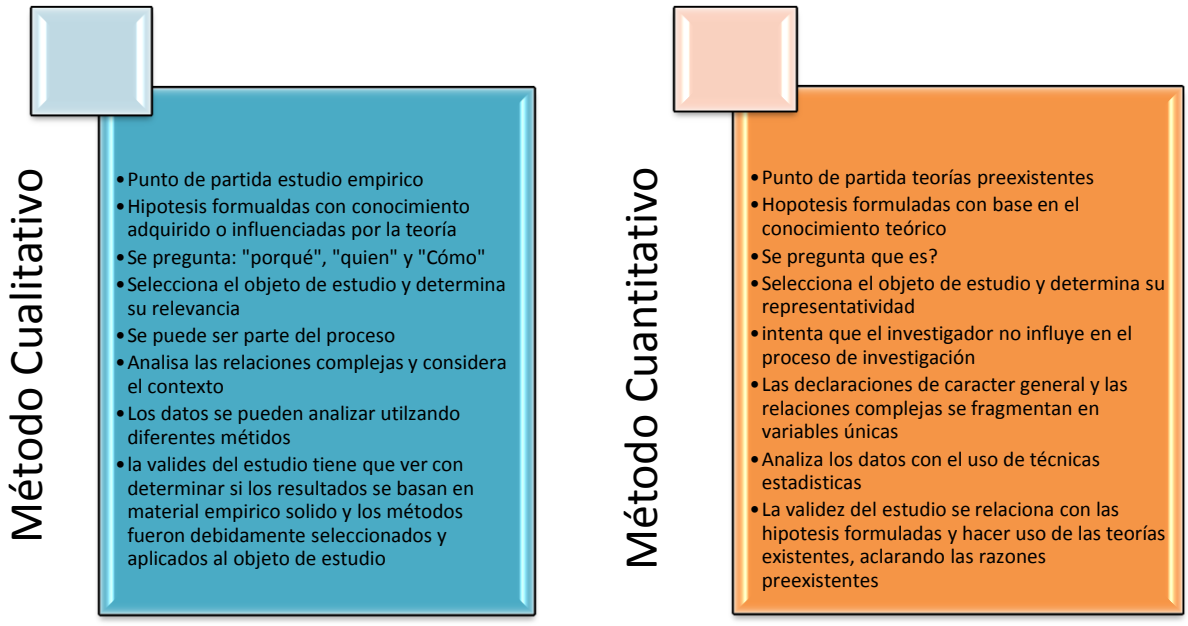


Figura 25. Comparativo entre los modelos cuantitativo y cualitativo.

4.7. Final

En este capítulo se presentaron los fundamentos de la metodología de investigación, así como una breve descripción del paradigma cuantitativo desde el punto de vista de este estudio y en concordancia con el de base en [2].

La investigación se basa en el paradigma cualitativo del que se presentó un panorama general, algunos conceptos, actividades, técnicas que se pueden utilizar cuando se adopta este enfoque como método de investigación, así como su esencial (idoneidad de los métodos y teorías, perspectiva de los participantes y su diversidad, la reflexividad del investigador e investigación, una variedad de enfoques y métodos, la comprensión en principio de casos de reconstrucción epistemológica como punto de partida, la construcción de la realidad como base).

También se presentaron algunas actividades del paradigma cualitativo: Técnicas para la recolección de datos, recolección de datos, las pruebas previas, la transcripción de los datos y análisis e interpretación de datos.

Entre las técnicas de recolección de datos fueron discutidos los cuestionarios, entrevistas semi-estructuradas, grupos de discusión, observación y la etnografía.

Para el análisis e interpretación de los datos se propusieron estrategias para la categorización de datos como la codificación teórica, codificación y temáticos del análisis cualitativo.

Dado que el propósito de este estudio es de carácter exploratorio, -es decir, cuando no se tiene información sobre un tema determinado y quieren saber el fenómeno- se encontró información a partir de las características que se indican en el paradigma cualitativo, a través de la adecuación del método a la investigación empírica. Por lo tanto, el enfoque cualitativo como metodología de la investigación, se utilizará como estudio empírico, que se presenta en el capítulo siguiente con las fases de definición, planificación y ejecución del estudio.

La adecuación de la propuesta se centra en las características del paradigma cualitativo. La Elección del método se basó en la comprensión del problema y en el conocimiento de aspectos relevantes relacionados con estos métodos de Investigación cualitativa y cuantitativa, de manera que condujo a la realización de una investigación exploratoria, la perspectiva como en la muestra se convertiría en su mayor parte en forma de generalizables logrando resultados.

5. CAPÍTULO PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO EMPÍRICO

Este capítulo de la tesis presenta las actividades de la definición, planificación y realización del estudio empírico realizado entre las empresas que desarrollan productos de software en el país.

Lo anterior tomando en cuenta los muchos desafíos y problemas que enfrentan las pequeñas y medianas, empresas de Software a la medida con respecto a cómo generar productos de calidad dando cumplimiento al cliente, entregando los productos a tiempo y con el acatamiento adecuado de los requisitos que generan valor, se decide iniciar este estudio que fue motivado por el proyecto WEST (IDEAS 2004), quien incluyó dentro de sus tareas la implementación de una nueva metodología de Ingeniería de Requisitos en la industria colombiana [2]. En este contexto se han desarrollados varias investigaciones en diferentes regiones del mundo, esta investigación se apoya en los lineamientos seguidos por la tesis doctoral realizada en Pernambuco Brasil [1], y se tiene como fin encontrar las mejores prácticas, retos y desafíos que enfrentan las empresas que desarrollan productos de software a medida en el departamento de Antioquia, considerando específicamente la Ingeniería de Requisitos. Para ello se analizan aspectos como: el proceso en sí, la metodología utilizada, las herramientas de apoyo y las mejores prácticas [49].

La adecuación para la propuesta del estudio se fundamentó en las características del enfoque del paradigma cualitativo. La elección del método se basó en la comprensión del problema y en el conocimiento de aspectos relevantes relacionados con los métodos de investigación cualitativa y cuantitativa, lo que condujo a la ejecución de una investigación exploratoria dado que en perspectiva la muestra no sería suficiente como para lograr resultados generalizables. La demostración de este enfoque se sustenta a lo largo de este estudio en los apartes: Apartes 5.2. Planteamiento del estudio, 5.3. Finalización del estudio y 5.4. Observaciones finales.

5.1. Definición del Estudio

Definición de este estudio: Incluye la especificación de aspectos como la motivación, el objeto de estudio, la propuesta, perspectiva y el alcance del área de estudio. A continuación se define cada uno de los aspectos.

Motivación del estudio: Desde hace varios años se ha reconocido la importancia que para el desarrollo de software tiene el proceso de Ingeniería de Requisitos. Sin embargo, no se han realizado investigaciones que permita a la comunidad del software conocer el estado actual del proceso al interior de las empresas, es decir, el "cómo vamos" en el proceso, las experiencias y retos, en que apoyar la realización del mismo, ni existen unas buenas prácticas registradas y compendiadas. Es ese sentido, este estudio tiene como fin, investigar y comprender las prácticas de Ingeniería de Requisitos que realizan hoy las

pequeñas y medianas empresas antioqueñas de software a medida para luego, apoyados en este conocimiento, generar registro de aportes de buenas prácticas, experiencias y retos que ayuden a mejorar la calidad del proceso de la Ingeniería de Requisitos y por ende, sean un aporten para optimizar la calidad del producto software.

Objeto del estudio: Las actividades generadas por el proceso de Ingeniería de Requisitos en el desarrollo de software a medida.

Propuesta del estudio: Investigar las prácticas, retos y desafíos que en Ingeniería de Requisitos enfrentan las pequeñas y medianas empresas de desarrollo de software a medida.

Como lo menciona IBM "Una aplicación de software comienza con una fuerte recogida de requisitos sólida…", en contraste, una y otra vez, las encuestas muestran que en la industria las desarrollo software, la Ingeniería de Requisitos, es uno de los mayores desafíos que enfrentan las organizaciones hoy. [35…]

Perspectiva del estudio: Desde el miramiento de los jefes de proyecto, arquitectos y administradores, analistas y empresas clientes con departamento de desarrollo.

Dominio del estudio: Una ingeniera de sistemas, especialista en desarrollo software y estudiante de maestría apoyada por profesor experimentado y experto en el tema Ingeniería de Requisitos, adscrito a la planta docente de la Universidad Eafit, en el departamento de Informática y sistemas y miembro del grupo de investigación en desarrollo de software, que tienen como finalidad indagar las prácticas llevadas a cabo en el proceso Ingeniería de Requisitos.

Ámbito del estudio: Esta trabajo toma elementos de la investigación realizada en Recife Pernambuco a productos software COTS, sin embargo se centra en el estudio de productos de software a medida y es aplicada al contexto de las organizaciones antioqueñas de software. Para lograr el objetivo se realizó una revisión de la literatura de Ingeniería de Requisitos para el desarrollo de software. Para lograr la efectividad de estas actividades se decidió elegir el método de investigación cualitativo y el desarrollo de diez (10) hipótesis que caracterizan los desafíos a los que se enfrentan los desarrolladores de productos de software a nivel mundial, este desarrollo se presenta en este capítulo con: una breve descripción de la hipótesis, las referencias bibliográficas que se alinean con la descripción y finaliza con las consecuencias generadas en el medio o implicaciones. [1]

Hipótesis 1: La competencia en el mercado es un objetivo estratégico clave en las empresas que desarrollan productos de software.

Fuente: La competencia en el mercado ha sido el principal obstáculo encontrado por las empresas que desarrollan productos de software, dado que los clientes desean sus productos rápidamente y la competencia presiona para que así sea, esto genera que las empresas permeen las etapas del ciclo de vida producto, [2], en este sentido las organizaciones se han dado cuenta que el tiempo dedicado a la comprensión del problema de la empresa, es una

excelente inversión y que los clientes están tomando en serio la fase de Ingeniería de Requisitos, debido al efecto bola de nieve que les ha causado haber construido productos carentes de requisitos. [7]

Refrendando lo anterior se puede afirmar que "Impulsado por un mercado cada vez más competitivo, las empresas tratan de agregar características nuevas al producto y comprimir los plazos de entrega, lo que resulta en una falta de coincidencia completa de los requisitos y recursos, dando lugar a productos que no satisfacen las necesidades del cliente." [36.]

Por otro lado, referente a la competencia en el mercado se sabe que el propósito de toda organización es ser competitiva a nivel nacional e internacional, por tanto las organizaciones buscan estrategias para desarrollar capacidad de competir y ganar un espacio importante en los mercados mundiales de tecnología, dado que el mundo avanza y la velocidad es una característica de las organizaciones modernas, junto con la información que es el activo más valioso y el recurso humano en continuo entrenamiento, estos factores constituyen la clave para alcanzar los niveles de éxito que exigen las condiciones del nuevo orden mundial, la globalidad.[14]

Implicaciones: En este estudio, la hipótesis uno (1) se refleja en la analogía, si se acorta el tiempo los procesos quedan incompletos y los productos con defectos. Esta afirmación es coherente con los resultados que arroja la investigación referente a las causas de insatisfacción de los clientes a saber:

- El inicio tardío de los proyectos a causa del desconocimiento de las necesidades del cliente
- Realizar ajustes de última hora a los productos
- Discusiones sobre la claridad en requisitos (lo que el cliente esperaba difiere de lo que le fue entregado).

Los anteriores ítems producen como resultado las demoras en las entregas de los productos que son la consecuencia de deficiencias en la etapa de Ingeniería de Requisitos, por tanto este estudio encontró que la Ingeniería de Requisitos en las organizaciones, aunque se realiza y tiene un grado de importancia alto en el proceso de desarrollo software, carece de una adecuada gestión que permita, la obtención correcta y concreta de una especificación de requisitos que demuestre apalancar un proceso claro, apoyar la estimación del tiempo y agilizar el proyecto y generar valor en el tiempo adecuado.

A sabiendas que no siempre lo que dice el mercado, es lo que los clientes desean, esta investigación, hace un rastreo de las propiedades deseables en los requisitos desde la perspectiva de los clientes encontrando factores deseables tales como: todo requisitos debería tener una identificación adecuada para poder ser rastreable, los requisitos deben ser entendibles y deben comunicar realmente las necesidades.

En consecuencia, las empresas desarrolladoras de productos software a la medida coinciden en afirmar que pese a tener una fuerte competencia en el medio, la permanencia en él

depende de la satisfacción del cliente. Por tanto, ellos prefieren tener clientes fijos conocedores del proceso de desarrollo y participes de este, que a su vez sean conscientes de la necesidad de cumplir con cada una de las etapas del desarrollo a cabalidad, por encima de agilizar los tiempos de entrega, en lugar de tener mayor cantidad de clientes con demandas que obligan a realizar entregas rápidas y sin que se cumplan de manera cociente todas las etapas del proceso de desarrollo, que a la larga generan mayor daño a la organización desarrolladora del producto software, por temas de calidad.

Las organizaciones hoy tienen presentes en su planta de cargos los roles inherentes al cumplimiento de todas las etapas para soportar el proceso de desarrollo software, en cumplimiento a las certificaciones de calidad obtenidas.

En conclusión, para las empresas de este estudio, la competencia en el mercado es un objetivo estratégico clave en las empresas que desarrollan productos de software.

Hipótesis 2: Los mayores desafíos para el crecimiento y gestión del mercado, no son los aspectos relacionadas con problemas técnicos. [1].

Fuente: Resultados de una de las más grandes encuestas realizadas a empresas que desarrollan productos de software en Finlandia demostraron que los desafíos más críticos que enfrentan las empresas no son desafíos tecnológicos, los más críticos desafíos son los relacionados el conocimiento del negocio y el mercadeo. En estas empresas generalmente los desarrolladores tienen conocimientos técnicos altos, pero conocimiento limitado de la gestión y de negocios. Como consecuencia, muchas compañías presentan problemas al interior, como la falta de habilidad en ventas, marketing y alta rotación de personal. [1] en [44].

En este sentido el proceso de la Ingeniería de Software sobre el cual están basadas las organizaciones que desarrollan productos software, no puede ser visto como una fórmula para hacer productos tangibles, esta ingeniería proporciona prácticas y enfoques estratégicos fundamentados en las ciencias básicas, que proveen elementos para darle solución a problemas específicos de los clientes que requieren de sistemas que apoye sus procesos productivos. [14]

En apoyo a lo anterior, los requisitos de ingeniería son principalmente una actividad de comunicación, no un conjunto de actividades técnicas. En consecuencia, los problemas de comunicación pueden comenzar desde el principio si los participantes del proyecto tienen diferentes ideas de lo que son exactamente "requisitos", o simplemente si no se tiene claridad de lo que se desea y lo que realmente se necesita. Esto focaliza la existencia de los desafíos en el proceso de desarrollo software en las dificultades de comunicación y los distancias de los desafíos técnicos. [7]

Teniendo en cuenta lo anterior, algunos autores señala que los requisitos son "... una especificación de lo que debería ser implementado. Son descripciones de cómo el sistema debe comportarse, o de una propiedad o atributo del mismo. Que puede ser un obstáculo o

la herramienta de apoyo en el proceso de desarrollo software de un producto", por lo tanto, se debe tener en cuenta que existen tres (3) niveles de requisitos que abordar, que provienen de diferentes fuentes en diferentes etapas del proyecto a saber: [42]

- Los requisitos del negocio consisten en describir por qué el producto se está construyendo. Para esto se deben exponer los beneficios a los clientes para que el negocio progrese y de frutos.
- Los requisitos de usuario, capturados en forma de casos de uso, éstos son la descripción de las tareas o procesos de negocio que un usuario será capaz de realizar con el producto.
- Requisitos funcionales. Los que describen las conductas específicas del sistema que debe ser implementadas o también las declaraciones en una especificación de requisitos de software.

Otro aspecto que vale la pena considerar es "Si no se logran los requisitos correctos, no va importar que tan bien se ejecute el resto del proyecto", se tiene presente, que para lograr excelencia en los requisitos es necesaria una adecuada exploración y análisis, que debe hacerse con los participantes y lograr motivar en ellos la aceptación del producto, se debe confirmar claramente que el reto de la Ingeniería de Requisitos no es solo técnico, sino que requiere de criterios de comprensión humana que son los que miden realmente si los requisitos fueron o no bien elaborados, porque al final lograron ser o no la base para la ejecución del todo del proyecto con calidad. [20].

Implicaciones: En esta tesis, las implicaciones de la hipótesis dos (2) se refleja en los resultados que arroja la contextualización de los empleados adscritos al proceso de desarrollo software en las organizaciones, donde se les perfila de acuerdo a una serie de certificaciones técnicas y metas de certificación a mediano y corto plazo expresadas por ellos, además, se obtuvieron las respuestas de las organizaciones en materia de las necesidades de conocimiento en sus empleados acordes con sus clientes y requisitos del negocio, estando estas últimas también presentes en las estrategias que tienen implementadas a nivel de capacitación las organizaciones para hacer de sus empleados personas aptas a nivel técnico.

Sin embargo, hoy cuando las organizaciones utilizan estrategia para potenciar sus clientes, no logra la adquisición de empleados con buenos niveles de competencias gerenciales, para alcanzar con ellos un muy buen entendimiento del negocio, de tal forma que puedan realizar un buen análisis de las necesidades y deseos de sus clientes generando aportes en la solución que genere valor.

Como resultado las organizaciones desarrolladoras de software en el medio, expresan deficiencias en el conocimiento que se logra en los requisitos del negocio y en los aportes que como empresa de desarrollo se están generando a los clientes para encaminarlos a priorizar sus necesidades y llevarlos a generar requisitos que logren que la solución genere valor significativo al negocio. En consecuencia, las empresas del estudio responden que

dentro de las características que consideran deseables para el proceso de Ingeniería de Requisitos está, esperar lograr que los analistas puedan desarrollar un mejor modelado del negocio.

En conclusión el estudio demostró que los mayores desafíos para el crecimiento y gestión del mercado, no son los aspectos relacionadas con problemas técnicos.

Hipótesis 3: Los requisitos suelen ser inventados por los desarrolladores internos de la compañía.

Fuente: El análisis de los requisitos es un proceso de comunicación que debe atravesar entre otras las barreras culturales, existentes entre el desarrollador y el cliente, es decir para asimilar el proceso de Ingeniería de Requisitos se requiere de un profesional con cualidades humanas y técnicas adecuadas de comunicación, dado que son los ingenieros quienes deben encontrar las necesidades del usuario y a su vez tener el universo necesario para realizar el análisis que les brinde elementos para priorizar y para diferenciar sus necesidades de sus deseos partiendo de la ayuda del ingeniero. [1] en [87].

Por otro lado, es indiscutible que la experiencia en el campo es esencial para desarrollar un sistema con conocimiento del dominio del negocio por tanto el personal del proyecto no puede hacer un proceso alejado de los usuarios y en la práctica esperar buenos resultados. [43]

Debido a la importancia y relevancia para la Ingeniería de Requisitos de la fase de elicitación, se hace la observación de la evidente necesidad tener durante esta, grados altos de creatividad, para dar cumplimiento a etapa fase de forma satisfactoria para los diferentes niveles de usuario y para los diferentes tipos de negocio. En la elicitación también es necesario el uso del razonamiento de exploración combinatoria y de transformación para estimular el pensamiento creativo y llevar a los usuarios a generar soluciones que apoyen procesos reales y que aporten valor al negocio. [1] en [71].

Es también importante señalar que la mejor manera de alcanzar el éxito en los proyectos basado en la Ingeniería de Requisitos, es mediante la aplicación de las buenas prácticas preestablecidas, en este sentido, se deben desarrollar normas y procedimiento incorporados en la fase de requisitos. Una práctica clave es la adopción de una técnica adaptable a las necesidades de proyecto y a la cultura organizacional y evitar la implementación de normas con estándares rígidos. 7.

En apoyo a lo anterior, la elicitación de requisitos debe ser vista la practica donde se identifican las contradicciones, intereses y se establecen las verdaderas relaciones entre el comprador, el cliente, los usuarios y el equipo de desarrollo, por tanto debe ser particularizado según las necesidades y características del cliente y del proyecto. [44].

Para dar apoyo a la importancia que para el proceso de Ingeniería de Requisitos revierte la fase de elicitación, este estudio cita algunas situaciones presentadas durante esta fase y que pueden llevar a falta de claridad en los requisitos: [20] [44].

- **Problemas de Alcance:** Las fronteras del Sistema están mal definidas o los Clientes/Usuarios definen detalles técnicos innecesarios que pueden confundir, más que aclarar los objetivos generales del sistema.

  En este sentido es importante anotar que **La primera pregunta que un analista debe hace acerca de un nuevo requisito propuesto es:"¿Es este requisito parte del alcance?"**. El crecimiento controlado de los requisitos es normal, la aparición o suposición de requisitos también está dentro del contexto de normalidad, sin embargo, una manera de evitar el desbordamiento es tener claro y concertado el alcance del producto.

- **Problemas de Comprensión**: Los clientes/usuarios no están completamente seguros de lo que necesitan, tienen una comprensión deficiente de las capacidades y limitaciones del entorno informático, no tienen una plena comprensión del dominio del problema, tienen dificultades para comunicar sus necesidades, omiten información que consideran "evidente", definen requisitos que entran en conflicto con las necesidades de otros clientes/usuarios, o definen requisitos que son ambiguos o incomprobables.

- **Problemas de volatilidad**: Los requisitos cambian con el tiempo, para ayudar a superar estos problemas, los ingenieros de software deben ejecutar de forma organizada la captura de requisitos.

Un punto de vista que ratifica la mejor manera de hacer requisitos es pensar en el objetivo de los mismos, el producto del desarrollo de requisitos es un entendimiento común entre los interesados en el proyecto de las necesidades puntuales que se están abordando. [17]

Implicaciones: En el caso de este estudio con relación a la hipótesis tres (3), se encontró que los clientes no son siempre consultados a profundidad para encontrar la totalidad de sus necesidades y que los stakeholders, no logran ser identificados en su totalidad por los ingenieros puesto que prevalece un desconocimiento de la población objetiva.

Por otro lado, las técnicas utilizadas durante el proceso son dejadas a criterio del profesional quien en la mayoría de los casos se inclina a realizar entrevistas, obviando otras técnicas grupales pueden generan resultados de mayor confiabilidad puesto que logran opiniones en consenso.

Otra situación presentada es la referente a la cantidad de conocimiento tácito que se genera en los proyectos, lo que dificulta en gran medida la labor del equipo de trabajo, esto se evidencia en la necesidad que expresaron los usuarios de mejorar la claridad y la

completitud en el contenido de la documentación que hoy está llevando a los equipos de trabajo a confusión y a imaginar los requisitos.

El estudio demuestra la necesidad que hoy se presenta en que los ingenieros de requisitos, o analistas desarrollen habilidades comunicativas, pedagógicas y de lectoescritura que logren el objetivo de ayudarle a analizar las insuficiencias del negocio, interpretar las necesidades de los usuarios y transmitir esas mismas al equipo interdisciplinario de manera clara, concreta y comprensible, evitando la pobreza en los requisitos y/o que estos sean producto de la invención o de la mala interpretación.

En el contexto se encontró que referente a las metodologías de desarrollo tradicionales y agiles, que cuando se usan correctamente los enfoques tales como el desarrollo incremental o ágil estos métodos pueden reducir los riesgos de contraer los requisitos equivocados o inventarlos dado que se asegura que los sistemas son desarrollados en trozos más pequeños y que cada trozo se puede demostrar al cliente para su aprobación. Sin embargo, la mejor manera de desarrollar un sistema de alta calidad con un mínimo esfuerzo sigue siendo, conseguir los requisitos bien la primera vez y así dar respuesta a lo que el cliente realmente necesita [37] [29].

Es importante anotar que independientemente de la metodología de desarrollo utilizada, es manifiesto que los requisitos, siguen siendo un problema persistente en las organizaciones. [35][56].

Por tanto el estudio demostró como dadas diversas circunstancias los requisitos suelen ser inventados por los desarrolladores internos de la compañía.

Hipótesis 4: Los requisitos son pobremente documentados

Fuente: En el desarrollo de software a medida, el documento de requisitos debería actuar como un contrato entre las partes y debe ser la base de la estimación del proyecto, que se genera a través de la evaluación final de los requisitos cumplidos. [1]

En el argumento de este estudio podemos decir que las organizaciones antioqueñas, no cifran totalmente su confianza para la las actividades de estimación en la Ingeniería de Requisitos en temas como la asignación de los recursos y tiempos, más bien, la documentación de requisitos es utilizada como un insumo complementario a la utilización de técnicas ad hoc. O de juicio experto.

Adema, cuando se habla de problemas en documentación se hace inevitable asociar el tema a las diferentes metodologías de desarrollo, lo que es específicamente polémico cuando se discute sobre metodologías ágiles y uso de la documentación en contraste con las metodologías de desarrollo tradicionales. En este sentido, aunque el manifiesto ágil no rechaza el hecho de que se documente en los proyectos, si antepone y prioriza otras muchas cosas frente a documentar y muchos proyectos han interpretado esto al extremo de considerar que, en un proyecto ágil no se debe escribir ningún documento. Este es un error

que muchos estudios con los años han sufrido como problema, e incluso se han visto imposibilitados a la hora de cambiar de proveedor de desarrollo software o de plataforma. En ese sentido este estudio sugiere este punto como importante para futuras investigaciones. [37]

Además se sabe que la industria del software está mostrando un creciente interés en la Ingeniería de Requisitos, es decir, en la comprensión de lo que va a construir antes de terminar su construcción, estas industrias, se han dado cuenta que el tiempo invertido en la comprensión del problema en este negocio es una excelente inversión y esta comprensión requiere ser documentada, dada la necesidad de entendimiento por parte de todo el equipo de desarrollo. Respecto a esto, los clientes han manifestado haber tenido grandes dificultades por tener construidos los productos atendiendo pobres requisitos lo que ha generado problemas demasiado grandes y perdidas de gran magnitud en los negocios y por tanto baja calidad. [7].

A este respecto existen algunos pronunciamientos como: "**Los requisitos de desarrollo son un descubrimiento y no solamente una colección de proceso**s", apoyando lo anterior es importante anotar que para que los requisitos generen valor, hay que descubrirlos, interactuar con los participantes, investigar, explorar, analizar, crear nuevas ideas alrededor de los requisitos, todo enmarcado en un excelente conocimiento del negocio y deben ser estos requisitos además pensados como un instrumento de transferencia de conocimiento a los diferentes roles del equipo de desarrollo por tanto deben contener una clara y correcta documentación. [21]

En lo que respecta a la documentación, pensar en calidad no es igual a pensar en cantidad. Se sabe que el exceso de datos es equivalente a la mala documentación en requisitos dado que se hace difícil de manejar gran cantidad de documentos lo que lleva a obviar su uso y se torna improductiva para la persona que la crea la documentación y un obstáculo para las personas que buscan la información concreta y clara necesaria para desempeñar un rol en el proceso de desarrollo software. [26].

Implicaciones: En esta tesis las organizaciones coinciden en señalar que la falta de un documento de requisitos formal tiene dentro de sus implicaciones la de limitar la capacidad de rastrear la información obtenida durante el proceso de desarrollo, lo cual revierte alguna gravedad frente a la necesidad de cambios surgida a lo largo del proyecto, así lo confirman las empresas antioqueñas de software donde se trataron diferentes aspectos que se están viendo afectados por la documentación incompleta de los requisitos, tales como la rastreabilidad en los mismos, actividad que es particularmente importante puesto que una de las características principales del proceso de desarrollo software es el manejo de requisitos cambiantes, que de no hacerse de manera adecuada causa demoras, sobrecostos y desarrollo no acordes con las necesidades del cliente, e impide el desarrollo del proceso de gestión de cambio y por tanto afecta directamente la calidad del producto. [1].

La pobre documentación de requisitos además tiene afectación directa en propiedades deseables de los requisitos como la claridad, completitud, determinación (requisitos

concretos) identificación de las necesidades reales de los usuarios, enfoque en resultados, verificación, validación entre otros. Lo anterior sumado a que ésta situación de deficiente documentación causa conflictos al interior de los equipos de trabajo e impide la elaboración de artefactos reusables de software.

Es importante destacar que hoy las empresas presentan como una de las necesidades más sentidas durante el proceso de Ingeniería de Requisitos el conocimiento del negocio y la generación de ideas al cliente que lo encaminen a requisitos que generen valor, en contraste cuando los requisitos son raramente documentados esta labor presenta gran dificultad y escaso éxito dada la falta de entendimiento que el cliente pueda presentar de los mismos y los errores del equipo de desarrollo al interpretar.

Hipótesis 5: Priorización de las necesidades y la planificación de la nueva versión son procesos cruciales para la ventaja competitiva.

Fuente: Se sabe que la priorización de las necesidades y el procesos de planificación son aspectos que resultan cruciales para generar ventaja competitiva, en cada liberación o nueva versión y se observa una brecha entre las prioridades de los clientes y las funcionalidades de la versión, la base para lograr una adecuada planeación se genera en la realización de una priorización acorde con el orden y necesidades primarias del cliente. [1] en [92]

Es conocido que la búsqueda de un buen proceso de priorización y la planificación genera ventaja competitiva ya que las diferentes versiones son basadas en la selección de los requisitos que se ejecutarán en cada puesta a producción, la prioridad de una requisito "refleja la importancia de la exigencia para el éxito del mercado, la urgencia para su aplicación, su impacto en el desarrollo futuro". [1] en [18] [91]

Las ventajas competitivas que menciona la hipótesis cinco (5) son muy derivas de la generación de unos buenos requisitos de negocio que, deben explicar con claridad cómo los desarrolladores del producto y sus clientes se beneficiarán de este producto. Se sabe que los requisitos priorizados deben ser una declaración de visión corta que describa lo que el producto final podría llegar a ser, con las limitaciones y lo requisitos del negocio. [7].

Se puede afirmar entonces que el logro de una amplia participación de los usuarios es crucial en el momento de priorizar las necesidades. A este respecto, múltiples estudios demuestran insuficiente participación de los usuarios como una razón común para una inadecuada priorización por lo que se recomienda que cada proyecto debe identificar sus distintas clases de usuarios y sus características, así como sus diferencias en frecuencia de uso del producto, las funciones utilizadas, los niveles de privilegios, o los niveles de habilidad. Además se debe determinar cuál de las clases de usuario se llevan el mayor peso en las discusiones de prioridad, cuando la resolución de conflicto entre las peticiones de características se origina, y en el impulso de opciones de diseño. [7].

También es importante tener en cuenta que cualquier proyecto con recursos limitados deben establecer las prioridades relativas de las características solicitadas, en casos de uso, o en

exigencias funcionales. En apoyo a esto la priorización en el plan ayuda al jefe de proyecto para las gestionar las diferentes entregas, o trade-off de decisiones, y responder a las solicitudes de inclusión de una mayor funcionalidad y puede evitar la traumática "fase descoping rápida" que se da al final del proyecto, cuando se empiezan a tirar por la borda las características para obtener un producto entregable a tiempo. [7].

Es importante anotar que la priorización a menudo se convierte en política y es emocionalmente cargada, cuando todas las partes insisten en que sus necesidades son más importantes. Un mejor enfoque es que las prioridades surjan de la base de un análisis objetivo de cómo entregar el máximo valor del producto dentro de la programación, el presupuesto y las limitaciones de personal.

En este sentido, muchas organizaciones clasifican a los requisitos en necesidades y deseos, o utilizan tres clasificaciones de prioridad (alta, media y baja). Importando realmente las prioridades abarcan un espectro del negocio, en lugar de solo un ajuste adecuadamente de unos cuantos cubos.

De la misma manera, tener un enfoque más analítico es decir evaluar el valor relativo de los clientes y el costo concerniente al riesgo técnico de cada función es muy útil en el momento de priorizar pensando en la generación de entregas nuevas. En este sentido es importante destacar que el valor para el cliente debe encontrar tanto el beneficio si una característica está presente y la consecuencia si no lo está, teniendo en cuenta que las características más deseables deben ser aquellos que ofrecen el mayor valor al menor costo ajustado por riesgo y lógicamente al negocio del cliente.

Implicaciones: Para priorizar las necesidades es necesario definirlas y contrastarlas con el alcance, a este respecto, se generan una serie de pasos críticos en los que definir las necesidades del producto de negocio es el primero, la anterior afirmación se extrae de la experiencia probada en el estudio de donde se relata: que casi todo el mundo ha trabajado en proyectos que han sufrido de la corrupción del alcance y como característica estos proyectos carecían de un alcance documentado o visión clara. La pregunta es ¿Cómo saben que el alcance se está arrastrando, si nadie lo tiene claramente definido? documentar los requerimientos del negocio ayudará a responder esta primera pregunta que se hace cada vez que alguien propone una nueva funcionalidad o requisito al sistema: "¿Es esto en su alcance?", este planteamiento en apoyo a la hipótesis cinco (5) es la base de la adecuada y exitosa planificación del desarrollo. [7].

En el sentido de la hipótesis cinco (5), para priorizar las necesidades, la descripción del alcance debe tener en cuenta las principales características incluidas en la entrega inicial y describir más plenamente consciente la visión a través de las diferentes entregas o versiones posteriores.

Por lo tanto éste estudio apoya lo dicho referente a que la correcta selección de los requisitos en la planificación de la nueva versión de un producto implica el análisis de la importancia de los requisitos, las estimaciones de costos y las interdependencias de los

requisitos. Esto teniendo en cuenta que un proceso de estimación requiere el conocimiento claro de los requisitos que cubre cada versión para que se puedan estimar el tiempo de desarrollo y los recursos humanos y técnicos involucrados, lo que garantiza cumplimiento en tiempo y satisfacción de las necesidades y expectativas reales del usuario y por tanto calidad del software y la competitividad en el mercado. [1] [31].

Esta investigación, además genera aportes como que los desarrolladores de software tienen que entender los segmentos de mercado y el negocio de los clientes con el propósito de orientar a los clientes para priorizar basándose en la estrategia costos y beneficio.

En conclusión, un proceso adecuado de priorización genera el conjunto de requisitos prioritarios y forjan la posibilidad de nuevas entregas con los requisitos ya conocidos, además permite orientar al usuario para satisfacer sus necesidades acordes con costo-beneficio y presupuestos restringidos, es por ello que se debe analizar y fortalecer la técnica utilizada para realizar la priorización de los requisitos que constituye una base competitiva para las organizaciones de desarrollo software.

Hipótesis 6: La relación entre los desarrolladores y los clientes suele ser larga, pero con la proximidad limitada.

Fuente: Los requisitos para un producto de software en particular se derivan de una variedad de fuentes, tales como estudios de mercado, aunados a los requisitos que se suscitan de las necesidades de los clientes y el conocimiento del negocio, en este sentido se evidencia como hay una marcada distancia entre quienes desarrollan productos de software y sus clientes. [1] en [61], [77].

En apoyo a lo anterior y como muestra de la importancia de tener proximidad con los clientes se expresan a continuación una secuencia de pasos básicos que debe tener un proceso de Ingeniería de Requisitos y donde necesariamente se requiere la orientación del usuario para llevarlos a cabo: [7]

1. Definir la visión del proyecto y su alcance.
2. Identificar las clases de usuario.
3. Identificar los representantes apropiados de las clases de usuario.
4. Identificar los requisitos de los tomadores de decisiones y su proceso de toma de decisiones.
5. Seleccionar las técnicas de obtención que va a utilizar.
6. Aplicar las técnicas de obtención de desarrollar y dar prioridad a los casos de uso de una parte del sistema.
7. Recopilar información sobre las características de calidad y requisitos no funcionales de los usuarios.
8. Elaborar los casos de uso en los requisitos funcionales necesarios y documentarlas.
9. Revise las descripciones de casos de uso y los requerimientos funcionales.
10. Desarrollar modelos de análisis, si es necesario para mejorar la comprensión de los participantes provocación "de las porciones de los requisitos.

11. Desarrollar y evaluar prototipos de interfaz de usuario para las porciones de los requisitos que no se entienden claramente.
12. Desarrollar casos de prueba conceptual de los casos de uso.
13. Usar los casos de prueba para verificar la calidad de los casos de uso, requisitos funcionales, los modelos de análisis y prototipos.
14. Repetir los pasos 6 a 14 para las demás partes del sistema hasta que el equipo llega a la conclusión de que el levantamiento de requerimientos es tan completa como debe ser.
15. Línea de base los requisitos documentados.

Lo anterior demuestra que **"la participación de los clientes es el factor más crítico a la calidad del software"**, sin embargo, el tiempo que los clientes deben dedicar al acompañamiento al proceso de desarrollo y a hacer críticas y aportes durante la construcción lo están destinando solo al finalizar el producto haciendo las observaciones en el momentos en el que estas son más costosa y dolorosa ya que sacrifica la agilidad y calidad del producto. Como consecuencia se incrementa los costos y se evidencian demoras en las entregas e inconformidades. [20].

De lo anterior uno podría atreverse a decir en contravía con las estrategias de mercadeo en software, los clientes no siempre tienen la razón, pero siempre tienen un punto de vista referente a los requisitos del producto que merece no solo ser evaluado, sino ser tenido en cuenta desde el inicio. [20].

Implicaciones: Para este estudio referente a la proximidad limitada del cliente y la larga relación citadas en la hipótesis seis (6), se analizaron algunas situaciones con el fin de demostrar la proximidad entre los clientes y los desarrolladores en diferentes categorías de proyectos medidos según el tiempo de duración y tamaño: Proyectos grandes, medianos y pequeños. Se logró establecer que el mercado de desarrollo de software antioqueño se enfrenta a varias situaciones que demuestran proximidad limitada con los clientes, entre estas está: los clientes que ocultan información por no considerarla relevante o bien por considerarla secreto del negocio, esta situación obstaculiza en gran medida el desarrollo del proyecto y evidencia proximidad limitada al entregar la información clara concreta y correcta, entre clientes y equipo de desarrollo. [20].

Otra situación se da cuando los clientes no tienen claridad en sus necesidades y presentan en cada acercamiento, un cumulo de ideas encontradas y cambiantes que se entremezclan entre necesidades de la organización y los deseos de los usuarios. Todo esto genera confusión, desgaste y hace que la relación cliente equipo de desarrollo se tensione y se retarde el proceso de Ingeniería de Requisitos, labor que requiere alto niveles de conocimiento del negocio y de actividades de elicitación productivas.

Ante las anteriores situaciones, las organizaciones han generado diversas estrategias y documentos de confidencialidad con el fin de generar confianza y claridad entre los usuarios, además han tratado de establecer nichos de mercado donde la experiencia le brinda a la empresa de desarrollo elementos de conocimiento del negocio. Sin olvidar que se presta gran atención a que el proceso de desarrollo software genere confianza y

transparencia para el cliente con estrategias como hacer pública la trayectoria de experiencias de desarrollos y clientes. [64]

Respecto a la proximidad limitada, es decir los niveles de comunicación que deben existir entre el equipo de desarrollo y el cliente entorno a los requisitos del producto se apoya que "La comunicación ineficaz es a menudo una de las causas del fracaso del proyecto. La perspectiva de los equipos de desarrollo, clientes, usuarios finales y ejecutivos es diferente para cada grupo, como lo son sus necesidades de comunicación". [26]

En conclusión, la comunicación es un factor crítico en el desarrollo de software y que afecta directamente la calidad del producto dada la necesidad de la intervención del cliente en las diferentes etapas del procesos por tanto es necesario incluir al cliente desde el inicio del proyecto mostrándole con claridad las implicaciones en la calidad del producto de su no participación, esta hipótesis es apoyada por las organizaciones del estudio, para lo que se han creado estrategias como: la generación obligatoria del documento de confidencialidad, el tener desde el inicio agendas concertadas con el cliente y respaldadas por el gobierno de la organización cliente, informar al cliente su participación en cada etapa, generar confianza en el cliente informando la trayectoria de la organización desarrolladora entre otros. Finalmente se puede afirmar entonces que la comunicación eficaz ayuda optimizar el tiempo y esfuerzo del proyecto.

Hipótesis 7: El fracaso del lanzamiento del producto a menudo se produce debido a que el producto no cumple con las necesidades de los clientes.

Fuente: Fuentes como Standish Group International para el 2011, Chaos Report, reportan que los proyectos que deben ser mejorados son 42% y los proyectos fracasados fueron 21%. Respecto a los principales factores de fracaso son por requisitos incompletos 13,1%, requisitos cambiantes 8,7%, se presentan además datos como: El 40% del proyecto es sobreesfuerzo para reparar defectos causados por mala calidad de los requisitos. Según Software Engineering Institute, el 60% de los defectos son desde los requisitos, en apoyo National Institute of Standards and Technology, revela que el 42% Proyectos cambian por culpa de los requisitos, mientras que según The Standish Group, Chaos Manifesto en 2011, el 54% Requisitos originales solo son implementados (Fuente: The Standish Group, Chaos Report) mientras que el 55% de los requisitos no son usados por los usuarios o clientes (Fuente: Jacobe). Para Gartner Group, aproximadamente el 60-70% de los fracasos ocurridos en los proyectos de desarrollo de sistemas de software son debido a las insuficiencias de la adquisición, gestión y análisis de requisitos. [3].

En el mismo sentido, hoy se presenta como prioridad emplear diferentes técnicas para entender las necesidades de las partes interesadas. Y se hace énfasis en que el objetivo principal en el desarrollo de productos de software es crear soluciones que satisfagan las necesidades y expectativas de los clientes en diferentes contextos de uso. Además se apoya el hecho de que para que un producto de software cumpla con expectativas tales como ser innovador, primero debe ser atrayente y claro para que los clientes lo usen, y así

proporcionar beneficios más allá de la tecnología como una nueva funcionalidad, una mejor calidad o reducir los costos. [1] en [31], [55], [4].

En consecuencia, cuando se menciona definir los atributos de calidad se hace alusión de inmediato al cumplimiento de las necesidades del cliente expresadas en los requisitos funcionales, sin embargo no hay que olvidar que la participación del cliente no es suficiente cuando esta no está adecuadamente enfocada a declarar las expectativas de eficiencia y otros atributos no funcionales de los usuarios referente al sistema, pese a que sus necesidades funcionales sean resueltas es necesario entender, ¿cómo funciona el sistema? Y ¿si llevará a cabo sus funciones para lograr la satisfacción del cliente? [7].

Se recomienda entonces, tener cuidado sobre las características de disponibilidad del sistema, eficiencia, integridad, fiabilidad, robustez y facilidad de uso, además de preocuparse por las características como la flexibilidad, facilidad de mantenimiento, portabilidad y reutilización. Aunque sin olvidar que es probable que se tenga que hacer concesiones mutuas para lograr el equilibrio óptimo entre los atributos de calidad, no se puede crear el mejor de los mundos posibles.

De manera curiosa se expresa que los usuarios rara vez presentan requisitos no funcionales de forma espontánea, más allá de la demanda que el sistema sea "user-friendly", "Fácil" lo que es demasiado subjetivo y polifacético y debe llevar a explorar las características que tendría una aplicación que parece fácil de usar para sus diferentes usuarios. Es importante considerar la posibilidad de preguntar sobre los atributos deseables antes de sumergirse en discusiones funcionalidad. Esto puede revelar los objetivos fundamentales de diseño que un enfoque de funcionalidad puede hacer que falte, a menos que se hagan preguntas para entender las expectativas de los usuarios, de lo contrario cuando se piensa que la calidad es implícita, sólo la suerte permitirá crear un producto que satisfaga esas expectativas. [7].

Afirmaciones como: **“Incluso el mejor documento sobre las necesidades no pueden y no debe reemplazar el diálogo humano”** son dirigidas a pensar que algunas veces consideramos que la sola documentación es garantía del conocimiento de las necesidades del cliente, sin tener en cuenta que dicha documentación se encuentra expuesta a factores como falta de completitud, a obviar el conocimiento o dejan gran cantidad de conocimiento sin explicitar, por tanto es indispensable para dar cabal cumplimiento a las necesidades del cliente tener contacto verbal y frecuente con él, siendo el contacto verbal el que brinda la capacidad de realizar lecturas corporales, de estados de ánimo, de tonos de voz que nos referencien frente a aceptación o no de requisitos. [20].

Implicaciones: Este estudio en lo referente al fracaso del lanzamiento del producto debido a menudo a que no cumple con las necesidades de los clientes según la hipótesis siete (7) refiere que la realidad es que los productos se entregan a los clientes en forma tardía, lo que genera como resultado el mayor índice de insatisfacción en los clientes del estudio por entregas fuera del límite del tiempo, esto debido a que efectivamente en el momento de la puesta en producción el producto aun no cumple con las necesidades de los clientes y por tanto se debe ampliar el plazo, las causas de estos retrasos son frecuentemente, la alta

rotación de personas en las organizaciones de desarrollo software, lo que hace difícil el cumplimiento a tiempo de los objetivos de cada puesta en producción y la satisfacción completa de las necesidades del cliente, esto por la curva de aprendizaje que debe adoptar el nuevo integrante del equipo de desarrollo. Otra causa de retraso en los proyectos es el inicio tardío de los mismos por el desconocimiento de las necesidades del cliente en los requisitos y las posteriores demoras en la construcción de ellos o la realización de ajustes de última hora a los productos por deficiencias en la gestión de los cambios de los requisitos.

Un dato importante y que apoya lo antes mencionado es que la Ingeniería de Requisitos es deficiente en el 75% de las empresas siendo la gestión de requisitos uno de los factores críticos para lograr un producto software de calidad. [3].

Con el fin de verificar la hipótesis, se indagó también la realidad antioqueña en aspectos referentes a los niveles de satisfacción de los clientes, la técnica de verificación de requisitos utilizada, el grado de cumplimiento de las necesidades de los usuarios, el enfoque en los resultados y su verificación, además de las etapas de mayor y las de menor porcentaje de satisfacción del cliente, las causas más frecuentes de insatisfacción, las estrategias para involucrar al cliente en el proceso e información de las actividades llevadas a cabo para la verificación y validación de los productos, encontrándose que los clientes al recibir los productos continúan detectando defectos y necesidades insatisfechas.

Hipótesis 8: Los requisitos son evaluados sólo después de su lanzamiento en el mercado.

Fuente: La falta de clientes antes de la primera versión del producto afecta directamente a la fase de validación de los requisitos. Y la validación final de los productos de software sólo puede hacerse mediante la comprobación de la aceptación del producto en el mercado. [1] en [27] [31].

Considerando que la falta de evaluación a tempo se origine por falta de disponibilidad del cliente es recomendable dividir el dominio de la Ingeniería de Requisitos del software en los requisitos de desarrollo y las necesidades de gestión como lo muestra la Figura 26. Requisitos de Ingeniería, donde el desarrollo de los requisitos se subdivide en la obtención, análisis, especificación y verificación. Cada una de las prácticas de los requisitos clave de la ingeniería se inscribe en una de estas subdisciplinas. La entrega de los requisitos de desarrollo es una línea de base que constituye un acuerdo entre las partes interesadas clave del proyecto en cuanto a las capacidades del nuevo producto. Durante la gestión de requisitos, el proyecto de control de cambios en la línea de base las necesidades y los monitores de implementación de los requisitos. [7].

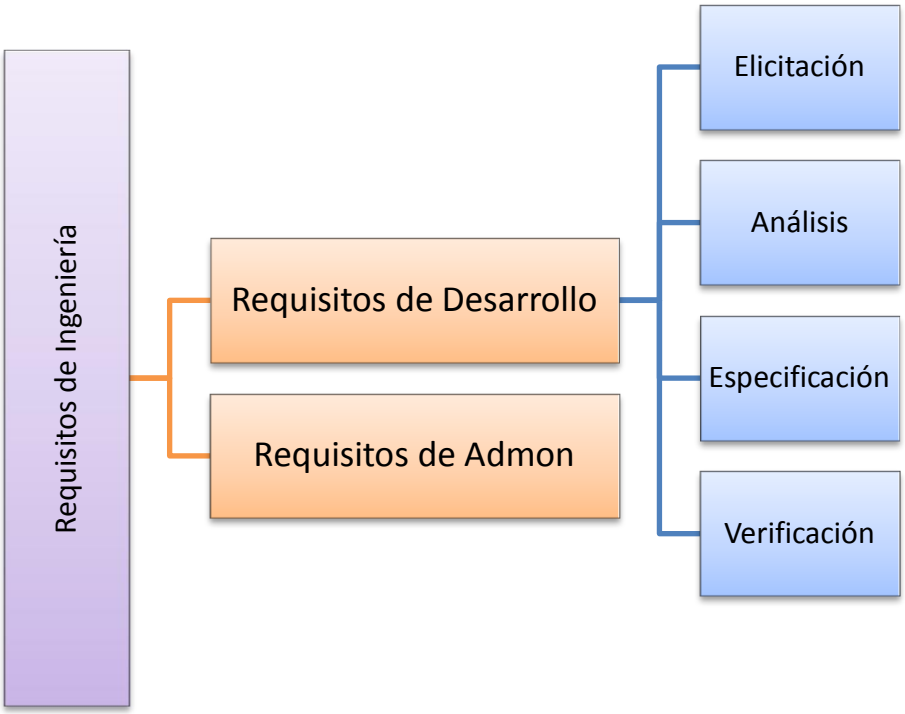


Figura 26. Requisitos de Ingeniería. Basada en When Telepathy Won't Do: Requirements Engineering Key Practices1

En apoyo a lo anterior es importante también tener en cuenta el punto de vista que hace mención "**El cambio sucede"**, es innegable que las empresas cambian, evolucionan en sus reglas de negocio, sus clientes, sus usuarios, su mercado, etc. Esto es inevitable por tanto el cambio se debe gestionar, anticipar, adaptarse en lugar de inhibirse, con el fin de que los lanzamientos iniciales pueden proyectarse para no generar altos niveles de desconcierto por considerarse en desuso para las necesidades actuales de la organización, tener un proceso de gestión del cambio claro e institucionalizado es de gran ayuda en este sentido. [20].

En consecuencia cuando se habla de control de cambios se debe tener en cuenta un reporte de cambios al software, el cual suministra información muy valiosa como el impacto no solo en el ámbito de casos de uso, requisitos funcionales, sino el impacto al nivel de desarrollo, esfuerzo estimado para el cambio, costos, cambios en diseño y base de datos, etc. Adicionalmente entregar tres documentos importantes como la Matriz de Requisitos que es un documento que presenta una especie de sumario de requisitos, con el estado, la persona responsable, el requisito, propia de la empresa, la matriz de rastreabilidad y la plantilla las reglas del negocio. […2]

No hay que olvidar que **"Los requisitos pueden ser vagos, pero el producto será específico".** Este comentario apoya el hecho de que la especificación de requisitos es difícil, especialmente cuando el producto es nuevo y no hay nadie exactamente seguro de lo

que el producto debe ser y hacer, lo que en la mayoría de los casos lleva a que sea después del lanzamiento al mercado que se evalúen los requisitos del producto. [20]

Implicaciones: En el caso de la hipótesis ocho (8), requisitos evaluados solo después del lanzamiento al mercado, en el caso de los productos de software realizados por las organizaciones antioqueñas la puesta en producción demuestra que pese a que se realizan procesos de verificación y validación de requisitos previos a dicho lanzamiento y se tiene como política en la mayoría de los casos involucrar al cliente durante todo el proceso, los resultados no son los esperados y aun se requieren ajustes significativos luego de la puesta en producción, lo que evidencia falencias en la validación y verificación de los requisitos.

Sin embargo existen estrategias para involucrar al cliente durante el proceso y así evitar errores en el producto final, pero estas no logran ser completamente efectivas ante situaciones como el tiempo destinado por el cliente al proceso, mantener vivo el interés del cliente en el producto y hacer de casa encuentro con el cliente una actividad productiva.

Lo anterior representa demoras en los procesos tendientes en la elaboración de cada entregable, retrasan la entrega y esto sumado a la presión que ejerce el cliente por recibir entregas rápidas, lleva a que el producto sea puesto en producción sin tener todos los controles de fallos previstos y necesarios, incluso sin ser evaluados. Pese a tenerse suficiente conciencia que resulta más costoso realizar las reparaciones de errores que descubra el usuario en producción, que de fallos que se encuentren antes.

Algunos factores que hacen que aun después del lanzamiento el producto presente fallos son según el estudio, la utilización continua de la misma técnica de elicitación, la falta de el discernimiento adecuado en el elicitador para saber que técnica utilizar de acuerdo al stakeholders y al tipo de desarrollo, el desconocimiento de la totalidad de los participantes, quienes solo en el momento de conocer la salida a producción pasan a realizar la evaluación de la versión del producto encontrando errores en los requisitos después del lanzamiento al mercado de la nueva producción.

Hipótesis 9: Los desarrolladores de productos de software por lo general tienen un proceso de ad hoc, la Ingeniería de Requisitos.

Fuente: La mayoría de los desarrolladores del paquete de software trabajan bajo restricciones presupuestarias y de recursos lo que se constituye en una de las causa que el proceso de ingeniería sea ad hoc otras causas son además de las condiciones de restricción de presupuesto las de la competencia en el mercado, en cuanto a rápidas entregas y bajos costos, que incluyen la eliminación de tareas como la de documentación de la Ingeniería de Requisitos, contrastado todo esto con los tiempos en pasos, que genera inicialmente un adecuado proceso de desarrollo que inicia con los procesos de Ingeniería de Requisitos, aunque como ya es sabido al finalizar dicha inversión en el proceso completo resulta ser más beneficiosa, menos costosa y de mejor calidad, aún siguen los clientes cayendo en la trampa y las empresas de desarrollo desmejorando su calidad para alcanzar alguna gran negociación. [1] en [55] [100].

Respeto a las prácticas ad hod en ingeniería de Requisitos, es de anotar que la realización de adecuadas prácticas de análisis permite develar cuando se está incurriendo en la elaboración de un proceso a ad hoc en estas claves de análisis dado que el análisis de requisitos incluye la descomposición de alto nivel requisitos detallados en los requisitos funcionales, requisitos de construcción de modelos de gráfica y la construcción de prototipos. Estos modelos de análisis y prototipos ofrecen visiones alternativas de los requisitos, que a menudo revelan errores y conflictos que son difíciles de detectar en un texto y que suelen ser producto de supuestos generados desde la experiencia. [7].

Apoyando lo anterior, escribir las especificaciones estructurar a los requisitos en un formato aceptado, establecido que los reúne y analiza es el objetivo de desarrollo de la Ingeniería de Requisitos, pues esto conlleva a comunicar un entendimiento compartido del nuevo producto entre todos los interesados en el proyecto. Históricamente, este entendimiento se refleja en la forma de un texto escrito en un lenguaje natural, aumentado por los modelos de análisis apropiados, que de manera clara evitan que el proceso sea realizado ad hoc.

Cabe anotar la frase **"No utilice la incertidumbre como una excusa para la falta de precisión"** La incertidumbre no puede ser la justificación para que la ingeniería de requisitos sea un proceso ad hoc, se debe recurrir más bien a la utilización de técnicas tales como prototipos para generar claridad. **[**20**]**

Implicaciones: Este estudio pudo detectar en medio respecto a la utilización por los desarrolladores de prácticas ad hot en requisitos según la hipótesis nueve (9) que las empresas no llevan a cabo la mayoría de tareas de la fase de análisis de requisitos, por considerar que dichas tareas forman parte de la fase de análisis del sistema. Por lo tanto se presentaron dificultad en establecer una frontera clara entre el análisis de requisitos y el análisis del sistema y se presentó esta como una necesidad de que las metodologías establezcan objetivos claros de alcance que diferencie dichas actividades.

Se encontró también que el lenguaje natural seguirá siendo el medio de elección, a pesar de sus ambigüedades y deficiencias. Sin embargo, puede superar las limitaciones de los requisitos de almacenamiento si en un documento de texto se utiliza una adecuada herramienta de gestión de requisitos, que permita almacenar información relacionada con los requisitos y administrarla con enlaces de trazabilidad entre los requisitos individuales y otros elementos del sistema, esto ayudará a evaluar el impacto de cambiar o eliminar un requisito creados ad-doc.

En este sentido aparecen algunas herramientas de ingeniería de requisitos que se han convertido en herramientas de gran peso, pero en muchos casos, también han sido parte de la estantería del software, el cambio se debe a las cuestiones de facilidad y a que comúnmente carecen de las habilidades y los procesos de BA (busines analys) con que cuentan otras de las herramienta [35].

En complemento a lo anterior, está la comprobación, es decir la verificación, que consiste en la evaluación de la exactitud e integridad de los requisitos, para asegurar que un sistema diseñado satisfaga las necesidades de los usuarios y sus expectativas y cuyo objetivo es la verificación y certificar que los requisitos constituyen una base adecuada para proceder con el diseño, construcción y pruebas de una forma eficaz. Cuando se inspecciona el requisito, se está evitando el costo de corregir los defectos más adelante en el proceso de desarrollo, la inspección formal de los requisitos es quizás la más práctica de aprovechar el software de calidad disponible y evitar que el proceso sea ad hoc.

En el medio de la muestra investigada se reconoce que una adecuada gestión de requisitos evita que el proceso se realice ad-hoc porque la gestión incluye la evaluación del impacto de los cambios propuestos, la localización de necesidades individuales de los productos del trabajo corriente abajo y seguimiento del estado de los requisitos durante el desarrollo. Además permite monitorear el estado del proyecto para saber qué porcentaje de los requisitos recibidos se han implementado y verificado, implementado solo, o todavía están sin realizar completamente. Sin embargo las organizaciones del medio admiten gestionar requisitos pero reconocen deben hacer ajustes al proceso para realizar una adecuada gestión que impida que se dé por momentos el desarrollo ad hod.

Otro de los hallazgos para un desarrollo ad hod en el caso de las organización antioqueñas de Software a medida se presenta por situaciones como falta de coordinación con el tiempo del cliente por tanto el ingeniero realiza interpretaciones a requisitos vagos, o imprecisos.

Un caso más que genera requisitos a doc. es, el exceso de confianza en los saberes previos del equipo de desarrollo que lleva a imaginar requisitos que en muchas ocasiones están fuera del contexto y por tanto no satisfacen las necesidades de esa organización en particular, aunque si lo hagan en organizaciones con el mismo tipo de negocio.

Se dice además que el exceso de confianza en la labor del experto lleva a que los ingenieros realicen una pobre labor de Ingeniería de Requisitos dado que consideran la opinión del experto como la de mayor valor por encima de las de los usuarios del sistema. En sentido contrario el bajo nivel de conocimiento del negocio lleva a los ingenieros a la falta de generación de requisitos claves.

En conclusión y dado que en el medio, se presentan la situación planteada en la hipótesis nueve (9), hoy las organizaciones han creado estrategias para evitar el proceso ad hoc tales como: tener el proceso de ingeniería de requisitos formalizando, utilizar metodologías que lo apoyen y realizar seguimientos que midan los niveles de satisfacción de los usuarios durante el proceso, entre otros, sin embargo, con todo y eso aún existen factores de ambigüedad en los requisitos como falta documentación clara y de habilidades en la elicitación acordes con los diferentes stakeholders y desarrollos.

Hipótesis 10: El desarrollo de paquetes software en el proceso de Ingeniería de Requisitos difiere del proceso utilizado en el desarrollo del software personalizado; y las prácticas

tradicionales de Ingeniería de Requisitos del software personalizado no pueden ser utilizadas para los paquetes de software en lo absoluto.

Fuente: El proceso de Ingeniería de Requisitos para el desarrollo de paquetes de software, difiere de los requisitos del proceso de ingeniería para desarrollo de software personalizado. [1] en [31] [100] [98] [44] [51] [55] [78]

Es una realidad que entre el 40% y el 60% de los errores y defectos del software son el resultado de una pobre gestión y definición de requisitos, en palabras simples, esto significa que aproximadamente la mitad de los problemas encontrados se podrían haber evitado, simplemente con dejar claro, desde el principio, lo que el cliente espera del proyecto, bajo este contexto se deja ver la necesidad manifiesta de tener en el desarrollo de software a medida, contacto con el cliente y conocer sus necesidades para lograr calidad, mientras que a esta tarea en el software COTS no se le puede dar cumplimiento detallado dado que no se tienen clientes específico sino consumidores varios y estrategias de marketing. [44] [63].

No se puede olvidar que en la visión general del proceso de ingeniería de software personalizada, los requisitos del producto son cruciales para el desarrollo de cualquier software, ya sea un producto o un sistema personalizado y que mientras que del desarrollo de software a medida se afirma que la clave para un buen producto radica en que **Todos los interesados del proceso intervengan en los requisitos,** el hecho que todos deban aportar para cumplir con el conjunto los requisitos, las limitaciones y las expectativas hace la gran diferencia con los productos donde no se tiene conocimiento de tallado de los interesados, ni de su ámbito que por su diversidad puede requerir de habilidades y capacidades especiales en el producto. **[**20**]**

Se ratifica lo antes mencionado, cuando se afirma que el centro de Ingeniería de Requisitos es desencadenar el proceso que identifique las necesidades y limitaciones de los distintos actores de un software y que la obtención se centra en descubrir las necesidades de los usuarios. Asunto este que en el caso del software a medida se logra mediante la comunicación directa con los usuarios, el conocimiento y la clasificación de ellos. [17]

Implicaciones: En el medio referente a las organizaciones de este estudio, se entiende que mientras para el desarrollo de software a medida es necesaria la interacción y conocimiento con los stakeholders, para el desarrollo de paquetes se debe contar con un excelente proceso de marketing, se entiende también que el desarrollo de productos de software trae nuevos retos y oportunidades para las empresas que los desarrollan. Por lo tanto, se necesita investigación para determinar si las prácticas de Ingeniería de Requisitos para el desarrollo de software a medida se pueden utilizar para desarrollar productos de software, así estos no constituyan la base de este tipo de desarrollos, así como si se utilizan enfoques del marketing de paquetes para orientar algunas particularidades del software a medida.

Este estudio no realiza investigación referente a los procesos de Ingeniería de Requisitos para productos de software empaquetados, sin embargo si tiene conocimiento y claridad respecto a algunas prácticas realizadas en el desarrollo de software personalizado que

requieren necesariamente la participación del cliente y por tanto, no pueden ser apoyadas solamente en estrategias de mercadeo, como es el caso de productos COTS. [66].

En conclusión se demuestra la necesidad para la Ingeniería de Requisitos del software a medida de la presencialidad de los participantes para garantizar buenos resultados finales es en esencia la participación activa del cliente durante todo el proceso, que este conozca el desarrollo de software llevado a cabo para su producto y hacer medición de los índices de satisfacción de las etapas, tener repositorios de requisitos, hacer verificación y validación entre otros.

5.2. Planteamiento del Estudio:

El diseño del estudio, incluye la especificación de los proyectos, criterios y evaluaciones que deben realizarse, definidos a continuación:

El diseño en una investigación realizada en Antioquia, Colombia, consiste en una ingeniera de sistemas, especialista en desarrollo software y estudiante de maestría apoyada por profesor experimentado y experto en el tema Ingeniería de Requisitos, adscrito a la planta docente de la Universidad Eafit, en el departamento de Informática y sistemas y miembro del grupo de investigación en desarrollo de software, quienes apoyados por el gobierno institucional de doce empresas de desarrollo de software a medida y acompañados por analistas, arquitectos, gerentes de proyecto y gerentes de las organizaciones deciden investigar las prácticas llevadas a cabo en el proceso de desarrollo software, específicamente en la Ingeniería de Requisitos, del que se investigan: los principales retos y desafíos a los que se enfrentan, las organizaciones, sus empleados y sus clientes, vale la pena destacar además que el estudio se llevó a cabo dentro de las pequeñas y medianas empresas que desarrollan productos de software de Antioquia Colombia.

Lo anterior es justificable dado que después de Bogotá, es la segunda ciudad más importante de Colombia. Su excepcional arquitectura, creativo diseño de espacios lúdicos y sus constantes planes de desarrollo, la han transformado en poco tiempo en una urbe con un amplio potencial de crecimiento. [45]

Hoy Medellín se ha convertido en un avanzado epicentro de comercio, industria y tecnología. El 20% de las empresas más importantes del país tienen su sede allí y mensualmente la ciudad acoge a empresarios de todos los rincones del mundo interesados en las variadas oportunidades que ofrece la región.

Antioquia alberga un potencial en los sectores de tercerización de servicios, software y servicios TI, cosméticos y productos de aseo, e infraestructura de hotelería y turismo. La ciudad cuenta con un moderno sistema urbano de transporte metro, y tiene 2 aeropuertos: el internacional José María Córdova, situado en el vecino municipio de Rionegro; y el Olaya Herrera, destinado a vuelos regionales y nacionales, lo anterior teniendo en cuenta que El gobierno está decidido a apoyar y dar impulso al sector por medio del Programa de Transformación Productiva, como una estrategia consolidada para el fomento y crecimiento

de sector, que en los últimos años han generado un ambiente adecuado para su potencialización y reconocimiento a nivel mundial.[45]

En general en Colombia:

- La industria de Software ha crecido 230% en los últimos 5 años.
- Demuestra su compromiso con el sano desarrollo de la industria, junto con Brasil, ya que tiene la tasa de Piratería más baja de la región, 53% 2011.
- Cuenta con una infraestructura capaz de soportar operaciones de talla mundial, con 5 cables submarinos que generan un ancho de banda de 550 GPS.
- Entre 2005 y 2011 los ingresos del sector de TI en Colombia se triplicaron.

Es importante añadir que la búsqueda y el estudio bibliográfico motivo a la elaboración de este estudio porque en ellos, permitieron la observación de saberes similares llevados a cabo por investigadores de las compañías de software de otros países donde se presenta los resultados preliminares de un estudio como el de Suecia en cinco empresas que desarrollan productos de software. El objetivo de este estudio fue investigar las características de las empresas, el proceso de desarrollo y cuestiones relacionadas con los artefactos generados durante la ingeniería de requisitos. Como dato curioso está, que los estudios no mencionan las actividades relacionadas con el proceso de experimentación. [1] en [55], [27].

Complementando lo anterior están también como motivación el proyecto WEST, quien incluyó dentro de sus tareas la implementación de una nueva metodología de Ingeniería de Requisitos (IR) en la industria de Antioquia-Colombia en (IDEAS 2004) [2]

Y finalmente pero no menos importante está el estudio para tesis doctoral que apoya esta investigación y que es un estudio, empírico en trece empresas que desarrollan software productos de Recife - Pernambuco. El estudio empírico se basa en Ingeniería de Software Experimental y el paradigma cualitativo, y tiene como objetivo investigar las prácticas se llevan a cabo y se enfrentó a los principales retos y problemas de las empresas pequeñas y medianas empresas durante el proceso de Ingeniería de Requisitos.[1]

Por otra parte en el tema referente a este tipo de investigación, consiste en la búsqueda del conocimiento refinado en cuestiones particulares y el contexto donde se encuentran, la metodología cualitativa, sería más apropiado para el estudio. Inferir que el uso de un método cuantitativo solo, podría no ser adecuado para el estudio porque se centra en la generalización de la información recogida para toda la población (como para un censo de población, por ejemplo).

Referente a la recopilación de la información inicialmente se realizó un estudio con el fin de recopilar información sobre las empresas que desarrollan productos de software en Antioquia. Luego se realizaron contactos para la promulgación del estudio, y así se describió la finalidad y se estableció el contacto empresarial de gobierno, al que luego se envió información detallando el estudio y anexando la encuesta y una contextualización,

posterior a esto se estableció nuevamente contacto y se gestionó cita para la entrevista donde se concretó que previamente a esta cita la organización debían enviar diligenciado el instrumento encuesta y los datos de las personas por esta para representar a la organización para finalmente visitar las organizaciones y aplicar la entrevista.

Referente a los datos elegidos para incluir en la encuesta, estos fueron seleccionados, con la finalidad de lograr contextualizar la organización. Algunos de ellos fueron: número de empleados que laboran en la organización, número empleados dedicados directamente al proceso de desarrollo, certificaciones de la organización, certificaciones de los empleados, tiempo de experiencia de los empleados, roles presentes en la organización, nichos de mercado que atiende la organización, metodología de desarrollo utilizadas, ubicación de los clientes atendidos, tipos de software desarrollado, niveles de satisfacción de los clientes entre otras.

Como resultado de la investigación se obtuvo una lista con doce (12) empresas interesadas en participar en el estudio prospectivo y que cumplían requisitos tales como tener experiencia en el medio superior a dos años, contar con certificaciones de calidad y realizar proceso de Ingeniería de Requisitos. Lo anterior, previa presentación del estudio y los objetivos ante el gobierno de la organización. Con estas empresas se establecieron contactos vía email y telefónicos, se les enviaron los instrumentos de encuesta y entrevista y la solicitud de agenda para la entrevista, con los requisitos de resolver previamente la encuesta, ser parte activa del proceso de desarrollo de la empresa.

A fin de establecer la muestra del estudio, todas las empresas fueron invitadas a través del teléfono y por e-mail y agendada y confirmada la invitación.

Complejidad: La complejidad estuvo basada en la comprensión de las actividades que desempeña cada organización al interior de sus proyectos, su manera de ejecutar los procesos y la obtención del conocimiento tácito en referencia al proceso de desarrollo software y más específicamente a la Ingeniería de Requisitos de donde se investigaron aspectos como:

- La manera como se tiene formalizado el proceso de Ingeniería de Requisitos en la organización
- La metodologías utilizadas durante el proceso
- Los insumos que utiliza la organización en el proceso de Ingeniería de Requisitos
- El tipo de metodología que utiliza la organización durante el proceso de Ingeniería de Requisitos
- El futuro que espera la organización del proceso de Ingeniería de Requisitos que realiza
- El manejo de los clientes críticos
- Los aspectos a mejorar en el proceso de ingeniería requisitos en la organización
- La Ingeniería de Requisitos en la organización y los procesos que apalanca
- Descripción de las estrategias utiliza la organización para involucrar al cliente en el proceso de Ingeniería de Requisitos

- Las técnicas de priorización de requisitos.
- Las técnicas de gestión de requisitos
- El proceso de gestiona el cambio
- Las propiedades deseables de los requisitos
- Las herramientas de gestión de clientes utiliza la organización
- Algunas situaciones que demuestran aspectos a mejorar en el proceso de Ingeniería de Requisitos de la organización.
- Estrategia para gestionar los cambios y versiones de los requisitos
- Proyectos que presentan mayor destreza y fuente de éxito para la organización al realizar el proceso de ingeniería de requisitos

Referente al método científico utilizado para este estudio, en concordancia con [1] en [95], el método científico puede ser considerado algo así como un telescopio, las lentes de diferentes aberturas y distancias producen diferentes formas de ver los fenómenos y/o el objeto de estudio. Por lo tanto, el uso de sólo un punto de vista no puede proporcionar un resultado satisfactorio o representación del espacio que desea entender. Basados en lo anterior, este estudio tiene claridad respecto a situaciones reales. Consciente de que nuestro comportamiento y pensamiento humano está frecuentemente influido por muchos y diferentes factores consecutivos y no simplemente por un solo factor, este estudio busca tener fuentes bibliográficas de apoyo frente a cada uno de los resultados.

En ese mismo sentido a nivel de herramientas de investigación el uso de sólo una herramienta de investigación podría derivar resultados parciales del objeto de estudio. Otra consideración importante es que la elección de una u otra técnica de recogida de datos deben estar alineadas con las estrategias de análisis y la interpretación de los datos. Por tanto, los instrumentos de recolección de datos deben garantizar la clasificación, codificación y categorización del material empírico. Así, se prevé la elaboración de un cuestionario y luego la realización semi-estructurada y semi-estandarizada para asegurar la comparecencia de la técnica y la alineación para el análisis y la investigación propuesta por el estudio.

Así entonces, el cuestionario está dirigido a obtener información general sobre las empresas, como la identificación del encargado del proceso y de la empresa misma, sus principales características respecto a los productos ofrecidos al mercado, el proceso general de desarrollo y la ingeniería requisitos adoptada.

El envío previo de los instrumentos como la entrevista y encuesta, incluyó la definición de una estructura y el diseño que permitió la contextualización del estudio con temas como: objetivos, descripción de la investigación, beneficios para las empresas entre otros.

Preparación de las preguntas: En dicha preparación se tuvieron en cuenta las características del estudio y las ventajas y desventajas que aportan la realización de determinado tipo de preguntas cerradas o abiertas para este, encontrando que: las preguntas abiertas admiten identificar fortalezas y debilidades en el razonamientos, ofrecen oportunidades de retroalimentación, lo que a la luz de este estudio permite encontrar las

mejores prácticas que es el objetivo principal del estudio por otro lado es necesario realizar mediciones exactas identifiquen tendencias para lo cual fue necesaria la utilización de preguntas cerradas.

Por lo tanto, se realizaron preguntas abiertas y cerradas, con el uso de éstas pretendió responder a la información. Con las primeras se logró buscar más información o punto de vista acerca del entrevistado (preguntas abiertas) y con las segundas, tener datos preestablecidos y fijos (preguntas cerradas).

Referente a los instrumentos: se realizaron encuestas y entrevistas, la utilidad que se logró de la encuesta fue proporcionar una clasificación más fácil de ciertas variables. Además de poder averiguar datos y circunstancias referentes al contexto y al público que sería entrevistado. En cuanto a la entrevista se utilizó la ya mencionada semi-estructuradas y semi-estandarizada buscando obtener el conocimiento del usuario sobre el tema y la estructura del ambiente, en este caso conocer la manera como es llevado a cabo el proceso de Ingeniería de Requisitos en las empresas antioqueñas de software. En ese contexto, con la entrevista se logró el objetivo principal de la investigación y una mayor exploración de las cuestiones pertinentes dentro del objeto de estudio.

Dentro de la planificación para realizar la entrevista se tuvo en cuenta: La especificación de la metodología que se utiliza, especificación de los objetivos que se persiguen con la conclusión de las entrevistas desarrollo de preguntas abiertas para obtener el foco de estudio. Los modelos de los instrumentos utilizados tanto entrevistas como encuesta se pueden ver en el apéndice A y B respectivamente.

Figura 27. Actividades Realizadas durante la especificación del estudio

5.3. Finalización del Estudio

Este trabajo, adoptó los métodos de investigación donde se contextualizaron el tipo de organizaciones, elementos del estudio, investigación de los fenómenos y el contexto en que ocurren, los desafíos y mejores prácticas de Ingeniería de Requisitos utilizadas por las organizaciones pequeñas y medianas que desarrollan productos software a medida en una región la región Antioquia Colombia. [2]

Referente al método de investigación elegido que fue el paradigma cualitativo su elección se basó en los siguientes puntos:

1. Entender el problema y el enfoque de los métodos de investigación (cualitativa y cuantitativa): Basado en los detalles del problema y en el cómo el tema fue elegido para ser estudiado, junto con el estudio de los conceptos relacionados con los métodos de

investigación, de la adecuación del objeto de estudio de las estrategias y objetivos presentados por el método cualitativo, ya que se propone la investigación de los fenómenos y el contexto en que ocurren.

2. El carácter exploratorio de la investigación. El tema en cuestión, es decir, "Estudio empírico sobre el proceso y la productividad de la Ingeniería de Requisitos en las empresas antioqueñas de software" está investigando los desafíos de las prácticas de Ingeniería de Requisitos utilizados por las empresas pequeñas y medianas que desarrollan productos de software y está sujeta al carácter exploratorio, por lo tanto cumple con el objetivo de la investigación, la información cualitativa y la búsqueda de temas específicos.

3. Los elementos en el estudio, las personas o situaciones, pueden no ser suficiente para generar estudios de cuantificación y descubrimiento generalizado, por lo que mediante el método de búsqueda cuantitativa podría no ser adecuado. La definición del experimento se completó con el límite del estudio propuesto. Ella es investigar las prácticas de Ingeniería de Requisitos realizados por empresas pequeñas y medianas empresas que desarrollan productos de software a medida de Antioquia, Colombia.

Se concluye que la revisión de la literatura se consideró relevante, ya que trató de adquirir el conocimiento de la zona, tales como definiciones, contextualizad y obras relacionadas, entre otros. Se podría decir que esta es una actividad común en cualquier estudio científico y su objetivo es construir una base de conocimientos sobre el objeto original que desea estudiar.

Como se mencionó anteriormente, dentro de los métodos utilizados para este estudio empírico fueron los análisis cualitativos los que llevaron a la apropiabilidad de las teorías, acorde con la perspectiva de los participantes y su diversidad, con la reflexividad del investigador y la investigación, además se generó apoyo para los resultados de una variedad de enfoques y métodos, que llevaron a la comprensión con el principio epistemológico, a la reconstrucción de los casos como punto de partida y a la construcción de la realidad como base.

Desde el análisis de problemas y planificación de los procedimientos del estudio se llevaron a cabo: los cuestionarios, el análisis preliminar de los cuestionarios, entrevistas y los análisis preliminares. En este sentido la Figura 27. Actividades Realizadas Durante la Especificación del Estudio, compendia cada una de las actividades mientras que la Figura 28. Actividades de Validación y Control de las Herramientas de Investigación, detalla cada de las actividades tenidas en cuenta para la utilización del instrumento.

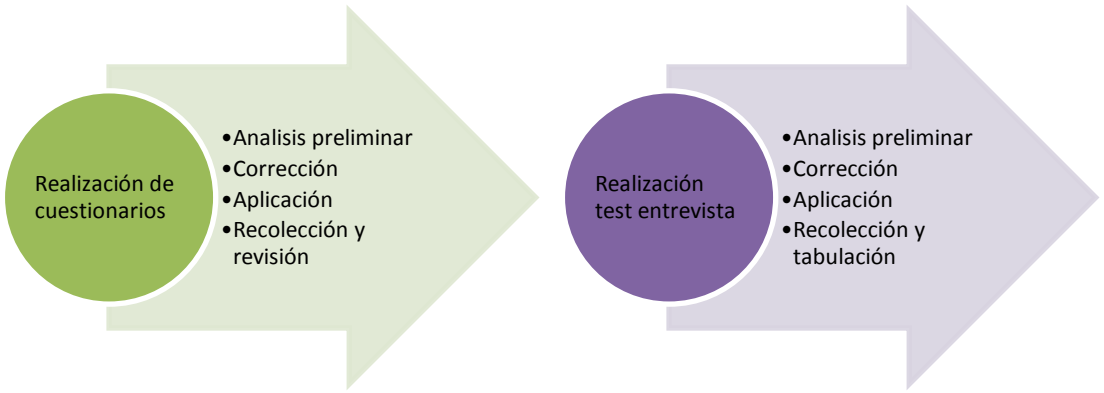


Figura 28. Actividades de Validación y Control de las herramientas de investigación

La pre-prueba a los instrumentos se realizaron con base en los conocimientos del asesor miembro del grupo de investigación en desarrollo de software y en la experiencia lograda durante el evento WER 06 (Taller de Ingeniería de Requisitos), celebrada en Río de Janeiro en julio de 2006 [46].

El cuestionario se aplicó también a un grupo de tres expertos de las compañías de software, con el objetivo de asegurar que las preguntas eran claras y fáciles de entender. En esta prueba antes de los tres expertos tenían las mismas características de la muestra seleccionada, sin embargo, no formaban parte de la muestra especificada.

El propósito de las pruebas preliminares es proporcionar el descubrimiento o la discusión de la información y los ajustes que permiten que sea posible, la corrección de errores y defectos contenidos en las preguntas. A partir de entonces se puede dividir el estudio en dos etapas. El primero se caracteriza por la aplicación y el análisis preliminar del cuestionario y el segundo para la realización y análisis preliminar de entrevistas semi-estructuradas con semi-estandarizado para cada empresa participante. [47]

Referente al tiempo dedicado por las personas al diligenciamiento de los instrumentos podemos afirmar que la encuesta contiene treinta y nueve (39) preguntas, lo que requería la parte demandada de tres horas (3) dado que los datos de contextualización de la organización que allí se pidieron requerían búsqueda en diferentes fuentes de información de la compañía. Mientras que la entrevista se realizó con veintiuna preguntas (21) de donde se obtuvieron los datos referentes a las mejores prácticas y experiencias durante el proceso y se logró realizar, previo envío del instrumento en una hora (1) presencial.

Referente a los roles que desempeñan los encuestados dentro de las organizaciones tenemos: Coordinador de Investigación y Tecnología, Gerente de producción, Vicepresidente de Servicios de Ingeniería, Directora de Entrenamiento, Gerente General, Analistas de requisitos, Analistas de calidad. A todos ellos se les suministraron los

instrumentos acompañados de las características básicas del estudio como objetivos y la importancia que para la industria del software representa tener datos confiables.

Además es importante anotar otro aspecto del paradigma cualitativo de acuerdo con [48], en este paradigma, la clasificación tiene en cuenta el punto esencial, el punto de vista de los participantes y su diversidad de opiniones, las prácticas llevadas a cabo, así como los significados subjetivos y sociales relacionados. El análisis preliminar de los instrumentos se completó con una reunión cuyo propósito fue promover la discusión de la información que se encuentra en ellos y hacer hincapié en los detalles importantes a considerar cuando se realizan entrevistas, que se iniciaron posteriormente, con el envío previo de los instrumentos, la solicitud de agenda y teniendo presente que el entrevistador no impusiera sus puntos de vista sobre el entrevistado y que se cumplieran con este instrumento los siguientes objetivos básicos:

Las oportunidades de mejoras en los procesos de Ingeniería de Requisitos.

La metodología utilizada para garantizar el adecuado manejo de los datos de la entrevista fue grabar la entrevista y transcribirla según se estipuló, a más tardar siete días después de su ejecución con el fin de facilitar la redacción de los textos. Posteriormente, los textos preparados de acuerdo con las transcripciones de las entrevistas fueron revisados, con el objetivo de asegurar la exactitud y uniformidad del proceso.

Los datos posteriormente y con el objetivo de detectar los grandes grupos de variables se segmentaron y categorizaron según la interpretación del investigador. Quien finalmente presenta las pruebas que hacen referencia a las categorías, en el análisis descriptivo a través de tablas y figuras. Teniendo en cuenta que la actividad de presentación de prueba sobre la base de material empírico es la clasificación selectiva.

5.4. Observaciones finales

En este capítulo se presenta la definición, planificación y ejecución del estudio empírico con doce (12) empresas que desarrollan productos de software a medida en Antioquia. La metodología utilizada se basó en el paradigma cualitativo, ya que su principal objetivo es la búsqueda del conocimiento perfeccionado a lo largo cuestiones complejas y particulares, y es compatible con el objeto de estudio. Otro punto importante es que el enfoque cualitativo se compone de pasos y técnicas que fomentan las preguntas la comprensión, la investigación y el análisis de "por qué" y "cómo". Por lo tanto en objetivo principal de este estudio fue investigar cómo las pequeñas y medianas empresas que desarrollan productos de software logran llevar a cabo los requisitos en el proceso de ingeniería software y cuáles son los principales retos y problemas enfrentan.

Buscando la correcta clara e imparcial representación de los resultados, el área de estudio se encasillo en dos instrumentos de recogida de datos: encuestas y entrevistas semi-estructuradas y semi-estandarizadas.

El cuestionario dirigido a obtener información general sobre las empresas, como la identificación del demandado y la empresa, las principales características de los productos ofrecidos y el proceso de desarrollo, y cumplir con las actividades de Ingeniería de Requisitos adoptados por ellos, y la entrevista con el objetivo principal la investigación y una mayor exploración de las cuestiones pertinentes dentro del objeto de estudio, es decir, el Proceso de Ingeniería de Requisitos realizado en las organizaciones.

En el siguiente capítulo se presentarán los resultados e interpretaciones de los datos obtenidos.

6. CAPITULO RESULTADOS DEL ESTUDIO EMPÍRICO

En este capítulo se presenta la interpretación del estudio empírico y los resultados obtenidos a partir de la realización del estudio llevado a cabo entre las empresas que desarrollan productos de software en el departamento Antioquia. Los resultados se organizaron analizando aspectos como: la manera de generar deducciones, la caracterización de las empresas del estudio, identificación de aspectos positivos y mejoras los resultados obtenidos en algunas etapas del proceso de Ingeniería de Requisitos y los desafíos que enfrentan durante el proceso, para llegar después a la validación de las hipótesis y a la generación de algunas consideraciones finales. [1].

Este capítulo ofrece información respecto a las organizaciones considerando aspectos cómo: Las metodologías de desarrollo que utilizan, los tipos de productos que desarrollan, las etapas de desarrollo que llevan a cabo y el manejo de los repositorios.

En cuanto a los empleados adscritos al proceso de desarrollo software, el capítulo hace una diferenciación tomando el número de empleados que laboran con la organización y cuántos de ellos están directamente involucrados en el proceso de desarrollo software y de estos, sus niveles de experiencia, dominio de inglés, certificaciones, tiempo de vinculación y rolles en la organización, entre otros.

Referente a los clientes, el capítulo muestra los nichos de mercado que atienden, los tipifica, indaga por los niveles de satisfacción, los tipos de contratación que se generan y el nivel de conocimiento de los clientes respecto al proceso de desarrollo software.

Del proceso de ingeniería de software en general este capítulo genera datos respecto a los roles asignados por las organizaciones, las metodologías de desarrollo, lenguajes más utilizados, el seguimiento que se realiza a los productos entregados, la gestión realizada por las organizaciones para generar nuevas versiones del producto, el tiempo de entrega entre versiones y finaliza con los datos porcentuales de desarrollo de nuevos productos, migración, componentes y mejores prácticas de seguimiento a las versiones y productos finales, termina esta sección con el control de tiempo de entrega entre versiones.

Respecto al proceso de Ingeniería de Requisitos este capítulo presenta el detalle de los insumos, la metodología, los aspectos críticos, las herramientas y las mejores prácticas.

6.1. Interpretación del Estudio

La declaración de los datos de este estudio consistió en lograr primero la interpretación de los instrumentos, entrevistas, encuestas, posteriormente los resultados obtenidos fueron

sometidos a debate con el asesor para generar el análisis preliminar y para reiterar la concordancia con los objetivos del estudio.

A continuación, se analizaron los datos y se concretó la forma de redacción de los resultados. Por último, se tuvo en cuenta presentación del producto, con este fin se examinó la conveniencia de las diferentes maneras de presentación de los resultados y la forma de hacerlo sin desviar la atención frente al objetivo de la investigación, teniendo en cuenta, que hasta hace poco tiempo un estudio de este tipo no se realizaba con métodos cuantitativos, sino cualitativos, pero retomando por otro lado la necesidad de utilizar métodos que permitan la clasificación y caracterización de la información.

Por lo anterior, basados en la premisa de que la investigación cuantitativa se dedica a recoger, procesar y analizar datos, que precisamente lo que este estudio requiere; el análisis de aspectos relacionados con tendencias, muestras de muchas comparaciones, producto de resultados matemáticos claramente se requiere el uso de la metodología cuantitativa. Lo anterior apoyados en que "el aspecto cualitativo de la investigación no se pierde cuando la información se transforma en datos cuantitativos con el fin, de garantizar la precisión en términos de resultados". [2] en [95],

Actividades efectuadas para la caracterización

- Previa recolección de los datos, se realizó la interpretación con un análisis individual de las organizaciones, lo que permitió la formulación de los aspectos relevantes relacionados con la propuesta base de este estudio a saber: Encontrar las mejores prácticas, necesidades, retos y desafíos que enfrentan las empresas que desarrollan productos de software en el departamento de Antioquia.

- Se almacenaron las pruebas de toma de referencia basadas en el material empírico mediante clasificación selectiva. Con ello se formularon categorizaciones y se realizaron tablas de las categorías y los resultados.

6.2. Resultados

Uno de los objetivos al caracterizar las organizaciones fue la obtención de los resultados que como derivación permitió la detección de los aspectos positivos, a mejorar, las mejores prácticas y necesidades que enfrentan las empresas adscritas al estudio durante el proceso de Ingeniería de Requisitos. La caracterización del estudio se enfocó en cuatro (4) aspectos fundamentales para cada organización.

- Aspectos para definir las organizaciones del estudio.
- Aspectos que identifican a los empleados adscritos al proceso de desarrollo software.
- Aspectos que definen el proceso de desarrollo software en la organización.
- Aspectos que caracterizan el proceso de Ingeniería de Requisitos.

La obtención de los resultados de este estudio se apoyó en la evaluación de hipótesis y se expresa los valores porcentuales acordes con la cantidad de organizaciones que respondieron cada pregunta.

6.2.1. Caracterización de las Organizaciones

Se utilizaron como instrumento para la caracterización de las organizaciones los cuestionarios, que fueron elaborados con el objetivo de obtener información del contexto de las empresas adscritas en aspectos como: cantidad de empleados involucrados directamente al proceso de desarrollo software, las certificaciones, dominio del segundo idioma entre el grupo de empleados, tiempo de vinculación en la organización, roles, estrategias de actualización para el grupo de empleados, los principales nichos de mercado para la organización, sus clientes, metodologías y estrategias utilizadas en el proceso de desarrollo software en general y específicamente en la Ingeniería de Requisitos.

Basado en lo anterior, es claro que los cuestionarios, como herramienta de investigación, han permitido la formulación de resultados preliminares acerca de la caracterización de las empresas, por consiguiente se requiere preservar loa niveles de confidencialidad de las organizaciones clasificándolas a lo largo del estudio con letras.

Posteriormente se clasifican las organizaciones según la definición de Tamaño Empresarial Micro, Pequeña, Mediana o Grande empresa, según los lineamientos dictados por el ministerio de Comercio de Industria y comercio "Definición de las Micro Pequeña y Mediana Empresa, en aplicación del parágrafo 2o del artículo 43 d la ley 1450 de 2011 y se realiza como hallazgo importante que la mayoría de las empresas son identificadas como pequeñas y medianas, como lo evidencian los resultados de la Tabla 3. Este es un aspecto que posee gran importancia para esta investigación, dado que varios estudios han demostrado gran relevancia y necesidad de que las empresas medianas y pequeñas adopten buenas prácticas para el proceso de desarrollo software, lo que es una base para afirmar que de persistir y crecer, las pequeñas empresas de software necesitan soluciones eficientes y efectivas de ingeniería de software. [58][49].

Tabla 3. Caracterización de las Empresas

Empresa	Años	Número total de empleados en la organización	Número de empleados dedicados al proceso de desarrollo software
A	15	850	350
B	08	76	70
C	05	340	140
D	25	350	320
E	16	No responde	No responde
F	16	No responde	No responde
G	11	No responde	No responde
H	05	37	37

Cabe agregar, que las empresas demostraron gran interés en generar productos de calidad y en medir sus procesos para lograr mejora continua y estándares de calidad. Este dato cobra gran relevancia cuando se evidencia el papel fundamental que cumplen las pequeñas y medianas empresas en el tejido industrial de los países y sus esfuerzos por adoptar prácticas eficientes y de calidad eficientes como lo citan en Competisoft: "Las micro, pequeñas y medianas empresas -Pymes- son una pieza muy importante en el engranaje de la economía mundial. La industria del software en la mayoría de los países está formada por tejido industrial compuesto en gran parte por Pymes desarrolladoras de software. Para fortalecer este tipo de organizaciones se necesitan prácticas eficientes de Ingeniería del Software adaptadas a su tamaño y tipo de negocio. La comunidad de Ingeniería del Software en la última década ha expresado especial interés en la mejora de procesos software con el fin de aumentar la calidad y productividad del software…". En este sentido las organizaciones expresaron tener como meta fundamental la conservación de las certificaciones y buenas prácticas actuales a las que están llevando a medir para lograr mejora continua de los procesos. [50]

Las Certificaciones que presentan las empresas participantes en el estudio son:

- ISO 9000 y CMMi nivel 5
- CMMI NIVEL II
- CMMi dev nivel 3.0, ISO 2001: 2008
- Software Process Achievement Award, IEEE/SEI Software Process Achievement Award 2006. Ganador del premio a la excelencia otorgado por el Instituto de Software de Europa (European Software Institute), Nivel 5 del modelo CMMI , Nivel 5 del modelo SW – CMM, Certificación ISO 9001:94 y 2000, Certificación ISO 27001
- Proceso de certificación CMMI nivel 3

Ligado a lo anterior este estudio consultó las metas de calidad a corto mediano y largo plazo de las organizaciones encontrando como base común:

- Metas a corto plazo : Ser Nivel 3 de CMMI
- Metas a mediano plazo: Ser CMMI NIVEL III, CMMi for Services nivel 3.0
- Metas a largo plazo: Adoptar las practicas Itil

Resultados como los expresados anteriormente, llevan a pensar que el tema de metas institucionales es de gran importancia para realizar investigaciones futuras, sin embargo, partiendo de los objetivos de esta investigación, se enumeran las metas de las organizaciones y se clasifican como metas a corto, mediano y largo plazo.

6.2.2. Caracterización de los Empleados Adscritos a la Organización

Conocidos ya aspectos generales de las organizaciones y sus metas, este estudio se enfoca ahora a generar una contextualización de los empleados que laboran en las organizaciones y que están adscritos directamente al proceso de desarrollo software e intervienen en la calidad de los productos.

Unido a lo anterior y teniendo en cuenta además, la necesidad en el medio de desarrollo software, el cual requiere personas con perfil técnico a nivel de conocimientos certificados y acreditados y con una buena preparación académica y humana para cimentar esas capacidades técnicas en las llamadas fortalezas complementarias, hoy totalmente prioritarias como lo citó Churchill: “las actitudes son más importantes que las aptitudes”.

Complementando lo anterior, se dice que la base de la estructura de una organización de TI competitiva que desarrolla software, debe ser el recurso humano calificado, y que para lograrlo la organización debe ofrecerles oportunidad de seguir avanzando en su desarrollo profesional, el solo pregrado, no es suficiente, se requieren especialistas, profesionales con maestrías y doctorados en áreas de la tecnología de la información, con estos niveles es que se puede competir y ganar espacios en la comunidad mundial. En la medida que se cuente con un recurso de alto nivel de formación, se tendrá más capacidad de crear e innovar, además es evidente que las compañías que contratan servicios, se sienten mejor respaldadas con personas que tengan competencias humanas y no solo técnicas. [14]

En virtud de lo anterior, nos podemos centra en que son los empleados adscritos al proceso de desarrollo software, deben lograr entender las necesidades de las organizaciones compuestas por personas, que requieren los servicios de desarrollo software, y son precisamente estas personas con quienes es necesario interactuar hasta lograr su satisfacción con los productos entregados, satisfacción que solo se logra cuando la interacción con el usuario es adecuada como resultado de un trabajo coordinado en el equipo al interior de la compañía de desarrollo y producto software, lo que es la demostración evidente de que los equipos de desarrollo software deben ser formados con personas con capacidades no solo técnicas sino con amplio desarrollo humano. [14]

Como investigación de lo anterior, se decide conocer algunos aspectos de los empleados que actualmente hacen parte del proceso de desarrollo software en las organizaciones tales como: el dominio de inglés, necesario entre otros para el cubrimiento de la atención y la comunicación con los clientes extranjeros, los niveles de experiencia, la estabilidad laboral y las certificaciones entre otros.

Tabla 4. Nivel de inglés entre los empleados adscritos al proceso de desarrollo software

Organización	Nivel de Inglés		
	Alto	Medio	Bajo
A	14%	43%	43%
B	21%	36%	43%
C	8%	33%	58%
D	11%	20%	69%
H	24%	52%	24%

Al interpretar la figura1, se observa como en quince (15) datos pertenecientes a cinco (5) organizaciones el nivel de inglés es bajo entre el grupo de los empleados adscritos al proceso de desarrollo software es del 40% en contraste con el nivel alto que no sobrepasa en ninguno de los casos el 24% de los empleados de las organizaciones.

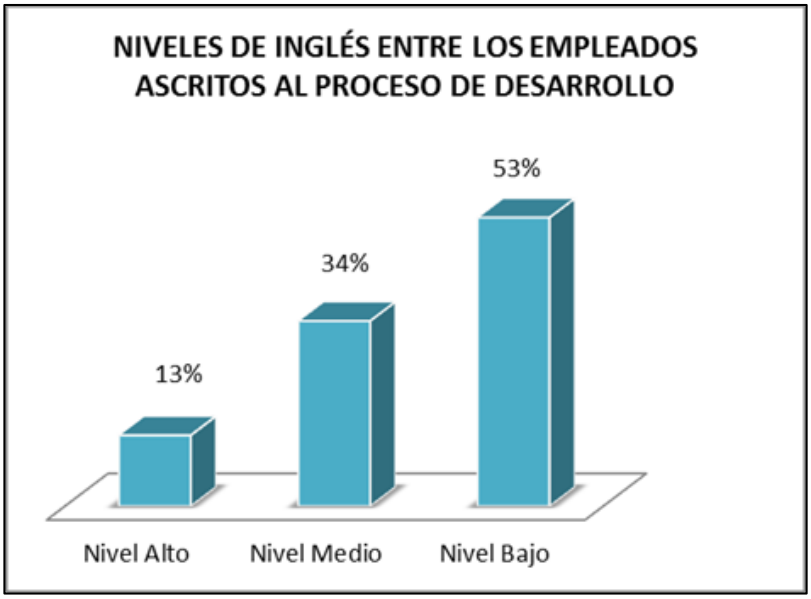
El factor anterior nivel de inglés cobra gran relevancia para el avance y desarrollo de la industria del software en la región dado que tiende a limita o a impulsar la incursión de clientes extranjeros, esto solo por señalar un aspecto importante, sin tener en cuenta las deficiencias técnicas que un disminuido manejo de inglés genera entre los empleados a causa de que la gran mayoría de la tecnología se escribe en inglés, lo que lo vuelve un medio directo de acceder al conocimiento de tecnologías de punta. [28]

Así lo ratifican dos (2) grandes conocedores de la industria del software en la región a un periódico, donde los empresarios Juan José Mejía y Jorge Aramburo afirman: Concluyen que la falta de talento calificado en áreas específicas de tecnologías y la falta del idioma inglés, están generando una barreras sicológicas para concretar los planes de expansión en la región de las grandes empresas de tecnología. "Sin inglés no se puede aprender a la velocidad que se produce la tecnología…, ni se puede exportar", añade Aramburo. [51].

“Es tan importante que se lea inglés como si lo hiciera en español; vale, por lo menos, que se escuche aunque no se hable, porque todo el conocimiento que se deriva de las empresas está en la web”. [51].

"La tecnología se escribe en inglés y ya no se traduce. Este es el idioma en el que habla el mundo, el que le meta ideología a esto es un tonto", remata Aramburo. [51].

En esta misma publicación el doctor Camilo Gómez director de C2 Game Studio, afirma respecto a las características básicas que deben perfilar a un empleado de desarrollo software. "el buen dominio de dicho idioma es básico, así como la adaptación al cambio y la voluntad para el aprendizaje continuo".

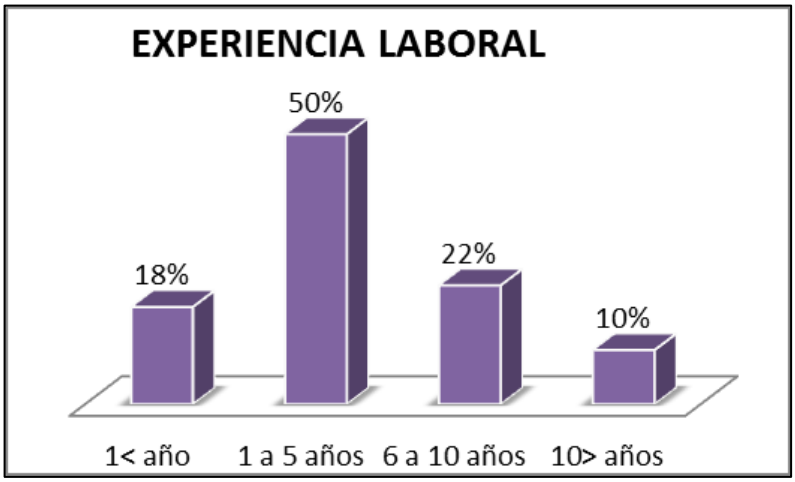


Gráfica 1. Dominio de inglés entre los empleados adscritos al proceso de desarrollo software

La gráfica 1, Dominio de inglés entre los empleados adscritos al proceso de desarrollo software, evidencia otra lectura de los niveles de dominio de inglés entre los empleados que intervienen directamente en el proceso de desarrollo software en la región, se observa cómo más de la mitad de los empleados de las organizaciones en general, un 53% presentan niveles de dominio de inglés catalogados como bajos y sólo el 13% presentan niveles altos de dominio de inglés.

Es entonces el nivel de inglés un factor que debe fortalecerse en el medio de las empresas antioqueñas de software para lograr tener libertad en el momento de asumir clientes y retos propios de la globalización. Además el fortalecimiento en los niveles de inglés debe apalancar el logro de avances significativos en la capacitación técnica que los empleados deben alcanzar dentro de la llamada sociedad del conocimiento, que exige certificaciones y dominio de nuevas tecnologías.

No obstante los niveles de experiencia de los empleados en las organizaciones juegan un papel importante en la clasificación de los equipo de trabajo que apoyan el proceso, por tanto este estudio realizó investigación encontrando los resultados que se evidencian en la gráfica 2, a saber: El 10% de los empleados adscritos al proceso de desarrollo software poseen más de 10 años de experiencia mientras que la concentración mayor de niveles de experiencia se encuentra entre los 1 a 5 años de vida laboral, reiterando estas cifras lo nuevo de la disciplina ingeniería de software con relación a otras disciplinas y que en consecuencia requiere vivenciar muchas experiencias para lograr un surgimiento de competencias adecuadas basadas en la experiencia.

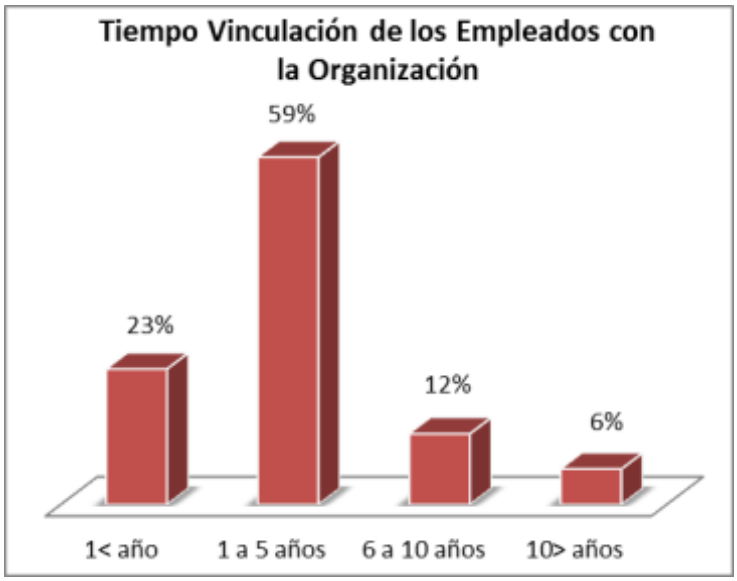


Gráfica 2. Experiencia laboral

A razón de lo anterior se esbozan en el estudio algunas expresiones con respecto a las consecuencias que para las empresas generan los altos índices de rotación de los empleados: "Los costos generados por nuevas curvas de aprendizaje son altos", "la baja productividad en los proyectos es casi siempre una consecuencia", "esto hace que se presente cambio en el nivel de desempeño de la organización", "tenemos dificultades de adaptación en el equipo" las anteriores son por poco sólo algunas de las dificultades causadas pues las empresas quienes coinciden en que la alta rotación conlleva directamente a la afectación en la calidad del producto, dado que genera reproceso y tiempos adicionales que hacen que los clientes se sientan insatisfechos con el proceso y en algunos casos hasta con el producto que no satisface completamente las necesidades expresadas desde el inicio del proyecto.

Este estudio decide, apoyado en lo anterior, conocer el porcentaje de tiempo de vinculación de los empleados con la misma organización, en la figura 4 se observan los resultados de la rotación de los empleados y se muestra que el 59% de ellos permanece entre uno (1) y cinco (5) años en la misma organización, se observa además un notable descenso en la estabilidad luego de cinco años donde el resultado cambia de 59% a 12%. Según la gráfica

3. Tiempo de Vinculación de los Empleados con la misma Organización.



Gráfica 3. Tiempo de Vinculación de los Empleados con la misma Organización

Los resultados anteriores muestran la necesidad de repensar estrategias que generen estabilidad en los empleados del equipo de desarrollo, teniendo presente que los factores motivadores para ellos no son necesariamente económicos a consecuencia de que cada persona tiene necesidades y prioridades diferentes, hay quienes consideran estímulos, a los asensos, la asistencia a cursos, los días libres, etc., Aunque es innegable que el buen apoyo económico es necesario es importante considerar que con este tipo de estímulo se corre el riesgo de perder el objetivo de estímulo y pasar a ser visto como una justa retribución por la labor realizada, y por tanto sentir el empleado aún la carencia de estímulo por la organización, según lo apoya Microsoft en la su página Pymes Autónomos donde realiza una serie de planteamientos referentes a las maneras de motivar a sus empleados, para ello se apoya en pensamientos de autores y se centra básicamente en descubrir los porqués de la conducta humana y a partir de allí se generan planteamientos como: "Las empresas que cuentan con personas motivadas son también las que presentan mejores números en la cuenta de resultados". "Las personas que tienen una alta motivación suelen rendir más en sus trabajos, aprovechan mejor el tiempo y alcanzan con mayor facilidad los objetivos marcados por la empresa. Esto supone un claro beneficio tanto para la empresa como para el propio empleado". Él articulo además fija diez (10) ejes de motivación que son: "Sea agradecido, dedique tiempo a sus trabajadores, proporcione feedback, cuide el ambiente de trabajo, proporcione información sobre la empresa, involucre a los empleados, fomente la autonomía, establezca alianzas con cada trabajador, celebre los éxitos y utilice el desempeño para discriminar la tarea realizada". [52].

De la misma manera cobra vida hoy el concepto de "Sociedad del conocimiento" donde, las personas son quienes construyen conocimiento a partir de sus experiencias y saberes además

tomando específicamente el concepto que dice que "el conocimiento es materia prima para el crecimiento económico". Y que "el trabajo especializado y los servicios basados en conocimiento contienen el potencial de desarrollo de un país". [53]

Apoyado en lo anterior, se pidió a las organizaciones detallar las certificaciones de sus empleados, obteniendo los datos de la tabla 5, datos que posteriormente, fueron contrastados con los resultados de las metas de certificación o estudios que esperan las organizaciones para sus empleados. A este nivel se observa desarticulación entre las certificaciones logradas por los empleados y las que el mercado laboral está requiriendo, seguidamente, se obtuvo información respecto a los métodos y/o estrategias que utilizan en la actualidad las empresas para capacitar y actualizar a sus empleados en las competencias necesarias para su entorno laboral, a continuación se citan las respuestas

Estrategias de Capacitación para los empleados:

- Programas de certificación de los fabricantes, elearning y cursos presenciales.
- Capacitaciones internas y apoyo en el horario para que la gente estudie
- Capacitaciones externas, Capacitaciones internas, Grupos de estudio internos, Grupos de practica (comité de analistas funcionales, comité de arquitectura)
- Entrenamientos internos, certificaciones, entrenamientos externos
- Utilizamos planes de formación integral y planes orientados a las carreras específicas.

Tabla 5. Certificaciones

Tabla 5 CERTIFICACIONES	
Certificaciones de los empleados	**Certificaciones requeridas por las organizaciones**
JAVA 10	Tecnologías Java
PuntoNET 5	PuntoNET
Microsoft27	Certificaciones en tecnologías Microsoft
CMMI 4.	Certificación en CMMI.
Oracle2	Tecnologías Oracle
PMP3	PMP
Sql Server4 Sun Java24 UML2 RUP3 Java Sun Programmer 12 J2ME 2 Itil1	PMO para gerencia de proyectos JAVA Tecnologías SAP Arquitecturas SOA Especialización en Desarrollo de Software Maestría en Ingeniería de Software

6.2.3. Caracterización de los clientes de las organizaciones

En el mundo del desarrollo software, donde los niveles de competencia son cada vez más altos, las organizaciones deben generar productos de calidad para ser competitivas y sabemos ya, que la calidad está basada en la satisfacción de las necesidades de los clientes.

Apoyado en lo anterior, se presenta en este estudio una caracterización de los clientes, motivada desde la importancia comercial que genera para la organización tener claro quién es su cliente, en este sentido este estudio investiga a qué público se dirige el producto, con el fin de tener un concepto claro que posibilite la satisfacción de sus necesidades de manera exitosa y así poder medir su satisfacción y la calidad de los productos, esto teniendo en cuenta que para [27] el éxito de un sistema de software depende de lo bien se adapta a las necesidades de sus usuarios y su entorno.

De la misma manera, tener una adecuada caracterización de los clientes de la organización es una de las tácticas comerciales que permite establecer una estrategia de marketing y comunicación y utilizar los canales adecuados para llegar hasta los clientes y poder establecer verdaderas relaciones de permanencia. La atención al cliente, ha sido en la última década un factor clave para que una empresa se diferencie de la competencia. Hoy no tiene tanta relevancia el costo del servicio, la base de la negociación está en la satisfacción de las necesidades del producto a los clientes. En ese sentido este estudio permite vislumbrar algunos datos como: nichos de mercado de los clientes, ubicación y finalmente se realiza una clasificación de los clientes como grandes medianos y pequeños.

Referente a los principales nichos de mercados que atienden las organizaciones antioqueñas de software adscritas al estudio, los resultados generales fueron: Desarrollo a la medida para compañías de Servicios y finanzas, OutSourcing para desarrollo de software a la medida de productos genéricos orientados a las comunicaciones y la optimización de procesos (CEBP), Retail, Sector financiero y bancario, Sector petrolero, Sector de la construcción, Empresas en el exterior en sectores financieros y reales.

Concerniente a la ubicación geográfica de los clientes, factor de gran importancia para el conocimiento y para la preparación de las organizaciones, se encontró según la gráfica 4 la ubicación de los clientes. Así se presenta un gran número de clientes nacionales 47%, sin embargo, los resultados para los clientes extranjeros son 24% lo que evidencia la necesidad de generación de este tipo de mercados entre las industrias antioqueñas de software.

Lo anterior nos lleva a preguntarnos como miembros de un mundo globalizado ¿Qué estrategias utilizar para formar parte y aprovecharse de los beneficios de este mundo?

Gráfica 4. Ubicación de los clientes

En este sentido, conocer la ubicación de los clientes llevó a este estudio a la necesidad de investigar respecto a los porcentaje de desarrollos que las organizaciones realizan a cada tipo cliente; nacional, extranjero y local, puesto que puede darse el caso que una organización atienda pocos clientes pero que el número de desarrollo generados sea superior a organizaciones que tienen muchos clientes esporádicos, la gráfica 5. Desarrollos Contratados. Muestra los resultados, donde observamos que los clientes nacionales generan el 52% de los contratos de desarrollo, seguidos por mucho de los clientes locales que atienden el 27% y de los clientes extranjeros que representan el 21% de los contratos de desarrollo software, se evidencia así, la necesidad de potenciar el mercado extranjero y local. En el caso de los clientes locales, tal vez el atender las pequeñas organizaciones sería una estrategia interesante para aplicar en el mercado, para ello este estudio aporta los datos concernientes a los tipos de clientes atendidos por las organizaciones y la manera de clasificarlos en las grafica 5 y tabla 6.

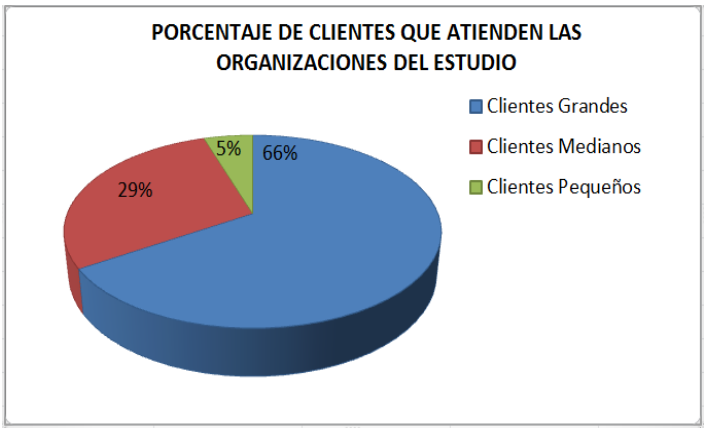
Gráfica 5. Desarrollos Contratados

Cabe agregar que las organizaciones clasifican a sus clientes en grandes, medianos y pequeños, con base en criterios como la cantidad de puestos de trabajo, de tecnología que usan, de empleados y otras características propias de sus instalaciones contenidas en la tabla 6, criterios de clasificación de clientes, resume los datos de los criterios que utilizan las organizaciones del estudio para clasificar a sus clientes.

Tabla 6. Criterios de clasificación de clientes.

CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN DE CLIENTES				
CLIENTES	**A**	**C**	**D**	**H**
Grandes	.+ 1000 PCs	más de 1000 empleados	con ventas superiores a 100.000.000.000	Compañías con áreas instaladas de tecnología
Medianos	500 a 1000 PCs	200 y 1000 empleados	con ventas superiores a 50.000.000.000	Compañías sin áreas instaladas de tecnología pero con esencia de la inversión en TI
Pequeños	0 a 500 PCs	menos de 200 empleados	Los demás	Compañías sin áreas instaladas de tecnología y sin esencia de la inversión en TI

No obstante, se tiene en cuenta el contexto global de la manera cómo se llega a clasificar a las organizaciones, es interesante conocer ahora porcentualmente los tipos de clientes que son atendidos por las empresas que desarrollan software, según la gráfica 6. Porcentaje de clientes que atienden las organizaciones del estudio. El 66% de los clientes que contratan desarrollos software son clientes grandes, el 29% de los clientes que requieren desarrollos software son empresas medianas y solo el 5% de las pequeñas empresas compran software a la medida. Algunas empresas señalaron como estrategia de negocio para mejorar sus resultados informar a los clientes cómo un desarrollo software apalancaría su negocio y generaría valor. En este sentido, es adecuado conocer los niveles de satisfacción de los clientes y las etapas del proceso de desarrollo en las que presentan mayores niveles de satisfacción.



Gráfica 6. Porcentaje de clientes que atienden las organizaciones del estudio

Basado en lo anterior se obtuvo la información de una buena práctica a saber, que el cliente conozca las etapas del proceso de desarrollo software que llevará elaborar su producto, y conozca además su nivel de responsabilidad al involucrarse en cada una de ellas, para que, posteriormente, se generen los resultados de satisfacción esperados en cada una de las etapas del proceso de desarrollo software.

Este estudio presenta ahora algunas respuestas referentes a satisfacción así: El 80% de las organizaciones encuestadas respondieron que los niveles de satisfacción de sus clientes oscilan entre el 81% y 90%. Para los clientes de las organizaciones B y C las etapas donde los clientes reportan mejores índices de satisfacción son: Elicitación, análisis y construcción. La empresa C reporta mayor satisfacción de sus clientes en la etapa de diseño, la empresa H presenta fortalezas respecto a los niveles de satisfacción de sus clientes durante las etapas de Visión, implantación, especificación detallada construcción y diseño de componentes.

La tabla 7 muestra de manera explícita la causa más frecuente de insatisfacción por parte de los clientes y evidencia que los tiempos de entrega y los motivos de las demoras apuntan a fallas en el proceso de Ingeniería de Requisitos en la organización, esta afirmación es apoyada por:

- Standish Group International para el 2011, Chaos Report, los proyectos exitosos fueron 37%, los proyectos que deben ser mejorados son 42% y los proyectos fracasados fueron 21%. Y los principales factores fracaso son por requisitos incompletos 13,1%, falta involucrar usuarios 12,4%, falta de recursos 10,6% expectativas no realistas 9,9%, falta de planeación, 8,1% Falta de apoyo de gerencia 9,3% requisitos cambiantes 8,7%, plazos poco realistas 7,5%, falta de gestión de TI 6,2%. Otras estadísticas interesantes son: El 40% del proyecto es sobreesfuerzo para reparar defectos causados por mala calidad de los requisitos según Software Engineering Institute, el 60% de los defectos son desde los requisitos, National Institute of Standards and Technology, 42% Proyectos cambian por culpa de los requisitos según The Standish Group, Chaos Manifesto 2011, el 54% Requisitos originales solo son implementados Fuente: The Standish Group, Chaos Report) 55% Requisitos no son usados por los usuarios o clientes (Fuente: Jacobe)

- Gartner Group, aproximadamente el 60-70% de los fracasos ocurridos en los proyectos de desarrollo de sistemas de software son debido a las insuficiencias de la adquisición, gestión y análisis de requisitos. Según, los estudios empíricos sugieren que el proceso de Ingeniería de Requisitos es deficiente en el 75% de las empresas de software y gestión de requisitos es uno de los factores críticos de éxito para mejorar el proceso de software.

Tabla 7. Insatisfacción de los clientes en el proceso de desarrollo software

INSATISFACCIÓN DE LOS CLIENTES EN EL PROCESO DE DESARROLLO SOFTWARE		
ORGANIZACIONES	**MOTIVO DE INSATISFACCIÓN**	**CAUSA DE INSATISFACCIÓN**
A	Tiempos de entrega	Inicio tardío de los proyectos a causa del desconocimiento de las necesidades del cliente
B	Entrega no a tiempo	Arreglos de última hora a los productos
C	Oportunidad en la entrega	Se demoran en la construcción porque se demoraron en tener los requisitos listos
D	Demora en la entrega del producto	Discusiones sobre la claridad en requisitos (lo que el cliente esperaba vs lo entregado)
H	Retrasos en el proyecto en la entrega final	Comunicación entre gestores del proyecto Respecto a la claridad de la especificación de los requisitos del proyecto

Vemos como la actualidad, lograr "satisfacción del cliente" es un requisito indispensable para ganarse un lugar en la "mente" de ellos y por ende, en el mercado por ello el objetivo principal es “satisfacer el cliente,” sin miramientos de área de la organización a la que pertenezca, es la base de los buenos niveles de calidad en los productos y es el soporte para lograr la empresa exitosas; algunos beneficios tangibles de lograr la satisfacción fueron expresados así por los participantes del estudio:

- El cliente satisfecho, por lo general, vuelve a comprar. Por tanto, la empresa obtiene como beneficio su lealtad y por ende, la posibilidad de venderle el mismo u otros productos adicionales en el futuro.
- El cliente satisfecho comunica a otros sus experiencias positivas con un producto o servicio. Por tanto, la empresa obtiene como beneficio una difusión gratuita que el cliente satisfecho realiza a sus familiares, amistades y conocidos.
- El cliente satisfecho deja de lado a la competencia. Por tanto, la empresa obtiene como beneficio un determinado lugar (participación) en el mercado.

En síntesis, toda empresa que logre la satisfacción del cliente obtendrá como beneficios:

- La lealtad del cliente (que se traduce en futuras ventas).
- Difusión gratuita (que se traduce en nuevos clientes).
- Una determinada participación en el mercado.

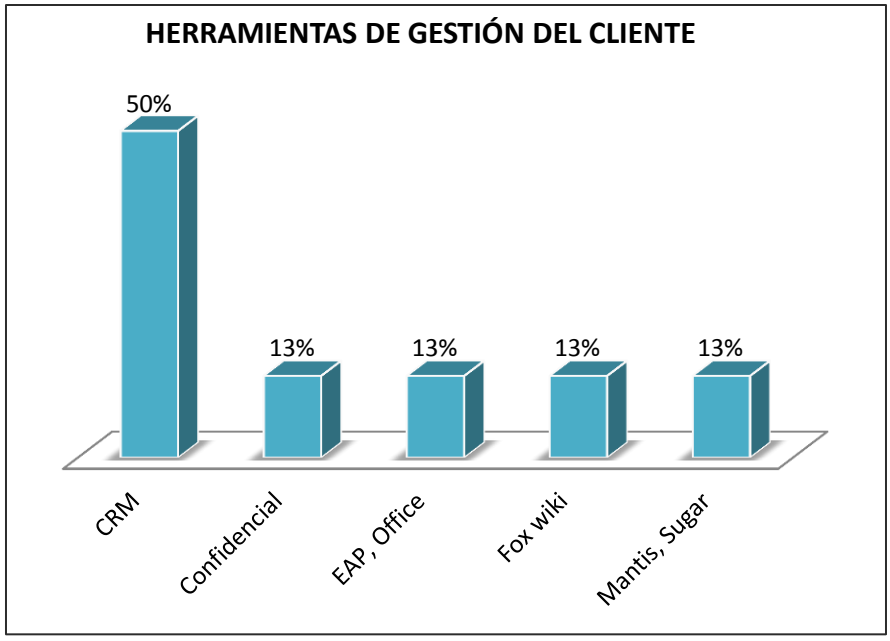
Se evidencia tanto la importancia de conocer las tendencias que hacen que fracasen los proyectos y lograr generar satisfacción en los clientes como lo señala la tabla 7.

Dentro del contexto de satisfacción de los clientes es importante conocer el tipo de contratación o relación comercial que se tiene, claro está, que la prevalencia y satisfacción no están directamente ligadas al tipo de contratación sino más bien a la correcta interpretación de las necesidades del cliente y a su satisfacción. A continuación se listan las formas de contratación que son utilizadas por las empresas desarrolladoras de software antioqueñas:

- Fábrica de Software, Application services y staff augmentation en formato de insourcing y outsourcing
- Proyecto valor cerrado y outsourcing
- Contrato Marco, Tiempo fijo y costo fijo, Contrato por etapas
- Contrataciones por tiempo y materiales o a costo fijo dependiendo del nivel de conocimiento del proyecto y del riesgo que este implique.
- Por Outsourcing Insitu, Por Outsourcing en TF, Proyecto llave en mano

Basado en lo anterior, la satisfacción del cliente sugiere prevalencia y por tanto para lograrlo es necesario tener conocimiento de sus necesidades lo cual parte de tener niveles de comunicación adecuados y Estrategias de permanente contacto. Este estudio cita a continuación la lista de las herramientas de comunicación utilizadas por las organizaciones y

las estrategias de prevalencia, en la gráfica 7. Herramientas de Gestión del Cliente se observa a CRM como la herramienta de mayor uso en el grupo de organizaciones con 50%.



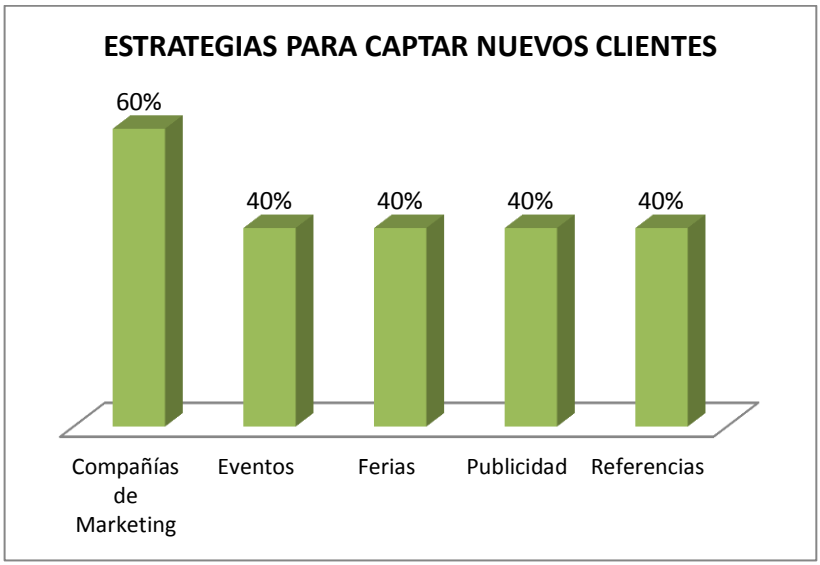
Gráfica 7. Herramientas de Gestión del Cliente

No obstante, aunque la utilización de una herramienta de gestión clientes es muy positiva, porque promete prevalencia de las relaciones, además que aporta conocimientos a la organización para realizar prácticas de mejora continúa. Sin embargo cómo no es el objeto de este estudio se solicitó se expresara el nombre de los sistemas de información, con el fin de apoyar este estudio referente al conocimiento y manejo de los clientes con la organización, pero no se obtuvo información precisa sobre las practicas con la herramienta ni de la forma en sí de aprovechamiento ni de los resultados logrados, este tema es interesante para realizar futuras investigaciones. Para este estudio se logró concretar que algunas estrategias de seguimiento y comunicación con los clientes son:

- Modelo comercial de ejecutivos de cuenta y especialistas de producto
- Nombrar siempre en los proyectos un gerente que esté haciendo planeación.
- Reuniones de seguimiento
- Contacto cercano y reiterativo de los mismos en todo los momentos, tanto cuando hacemos desarrollo como no
- Ejecutivos de cuenta [7]

La investigación además se interesó por conocer las estrategias para la captación de nuevos clientes y obtuvo la información registrada en la gráfica 8, que muestra a las compañías de marketing como la estrategia más usadas en el momento de captar nuevos clientes para las

empresas de desarrollo software con 60% de utilización, mientras que estrategias como eventos, ferias, publicidad y referencias de clientes alcanzan el 40% de su uso.



Gráfica 8. Estrategias para captar nuevos clientes

Cabe anotar, que la disminución en los índices de satisfacción del cliente no siempre significa una disminución en la calidad de los productos o servicios; en muchos casos, es el resultado de un aumento en las expectativas del cliente, situación que es atribuible a las actividades de mercadotecnia que generan expectativas muy altas.

Es sabido que la satisfacción del cliente la determina su punto de vista, el desempeño esperado del producto, según su percepción generada a partir de expectativas y promesas acerca de los beneficios que brinda el producto de ahí la importancia de generar en los clientes expectativas claras, concretas y posibles, para evitar la decepción y la insatisfacción y que esto afecte directamente la calidad de los productos.

En apoyo a lo anterior es de vital importancia que este proceso sea medido regularmente para determinar si las expectativas de los clientes están dentro de lo que la empresa puede proporcionarle o está a la par, o por debajo o encima de las expectativas y lo que la competencia puede generarle y si coincide con lo que el cliente promedio espera, si el producto tiene y es reconocido por el cliente el valor agregado, todo esto para animar una negociación que finalmente cumpla expectativas de calidad.

Es importante dar a conocer los parámetros utilizados para medir los niveles de satisfacción que son: Insatisfacción, cuando el producto no alcanza las expectativas, satisfacción, cuando el desempeño percibido coincide con las expectativas del cliente y complacencia,

cuando el desempeño percibido accede a las expectativas del cliente. Es dependiendo el nivel de satisfacción del cliente, que se puede conocer el grado de lealtad hacia una marca o empresa. Un cliente insatisfecho cambiará de proveedor inmediatamente, el cliente satisfecho se mantendrá leal pero, tan sólo hasta que encuentre otro proveedor que tenga una oferta mejor y el cliente complacido será leal a una marca o proveedor porque siente una afinidad emocional que supera ampliamente a una simple preferencia racional. Por ese motivo, las empresas inteligentes buscan complacer a sus clientes mediante prometer solo lo que pueden entregar y entregar después más de lo que prometieron.

En este sentido este estudio describe la lista de estrategias utilizadas por la organización para potenciar clientes:

- Metodología de ventas consultivas
- Haciendo las cosas bien
- Creación de nuevos productos con enfoques tecnológicos y de negocio innovadores
- Un entendimiento profundo del dominio del negocio y de las necesidades de información y procesos del mismo. Mantenernos al tanto de los últimos avance de ingeniería de software y plataformas tecnológicas que disminuyan los costos y aumenten la velocidad en nuestros desarrollos
- Charlas de temas de interés, Asesoría tecnológica

6.2.4. Caracterización del Proceso de Desarrollo en la Organización

- Las relaciones sistémicas presentes entre las categorías del proceso de desarrollo de software y las características de calidad correspondientes al producto, establecen que las metas para la calidad del producto de software van a determinar los objetivos del proceso para su desarrollo según [5].

- La calidad es un término que ha adquirido gran relevancia con el paso del tiempo, ya que es considerada como uno de los principales activos con los que cuenta un país para mejorar su posición competitiva global [...].

- Para lograr la buena calidad en los productos software es esencial utilizar los modelos y métodos apropiados para controlar el proceso de desarrollo software. [5]

- A la hora de definir la calidad del software se debe diferenciar entre la calidad del producto software y la calidad del proceso de desarrollo de éste (calidad de diseño y fabricación). No obstante, las metas que se establezcan para la calidad del producto van a determinar los objetivos

del proceso de desarrollo, ya que la calidad del primero va a depender, entre otros aspectos, de éstos. Sin un buen proceso de desarrollo es casi imposible obtener un buen producto. [5]

- Callaos y Callaos propone el concepto de calidad sistémica del software, involucrando las características internas del contexto organizacional, lo que lleva a un enfoque sistémico del concepto de calidad de software [54].

Las anteriores premisas llevan a este estudio a pensar en la caracterización del proceso de desarrollo software de las empresas antioqueñas de desarrollo que buscan calidad, competitividad y posicionamiento global entre otros.

Este estudio genera datos respecto a los roles asignados por las organizaciones, las metodologías de desarrollo, lenguajes más utilizados según el tipo de desarrollo, el seguimiento realizado a los productos entregados, la gestión realizada por las organizaciones para generar nuevas puestas en producción, el tiempo de entrega entre cada una y finaliza con los datos porcentuales de desarrollos nuevos, migración y componentes.

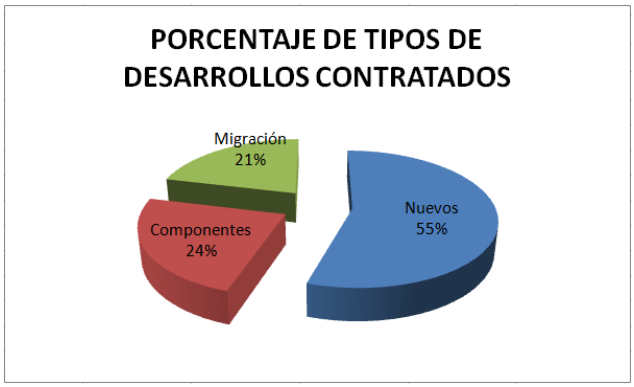
El proceso de desarrollo software realzado en las organizaciones del estudio se lleva a cabo con las funciones realizadas por los roles expuestos en la tabla 8. Relación de roles presentes en las organizaciones. Estos datos generan una idea global de los aspectos que se tienen presentes en el proceso de desarrollo software.

Tabla 8. Relación de roles presentes en las organizaciones

RELACIÓN DE ROLES PRESENTES EN LAS ORGANIZACIONES
Administrador de Base de Datos
Administrador de configuración
Administrador de Redes, Comunicaciones y Sistemas Operativos
Administrador de Seguridad
Analista de Procesos
Analista de Sistemas/Analista Técnico Funcional
Analista QA (Quality Assurance)
Arquitecto
Aseguradores de calidad
Consultor Funcional Junior
Consultor Funcional Sénior
Desarrollador de Aplicaciones Cliente Servidor
Desarrollador de Aplicaciones Web
Diseñador de Soluciones
Ejecutivo Comercial

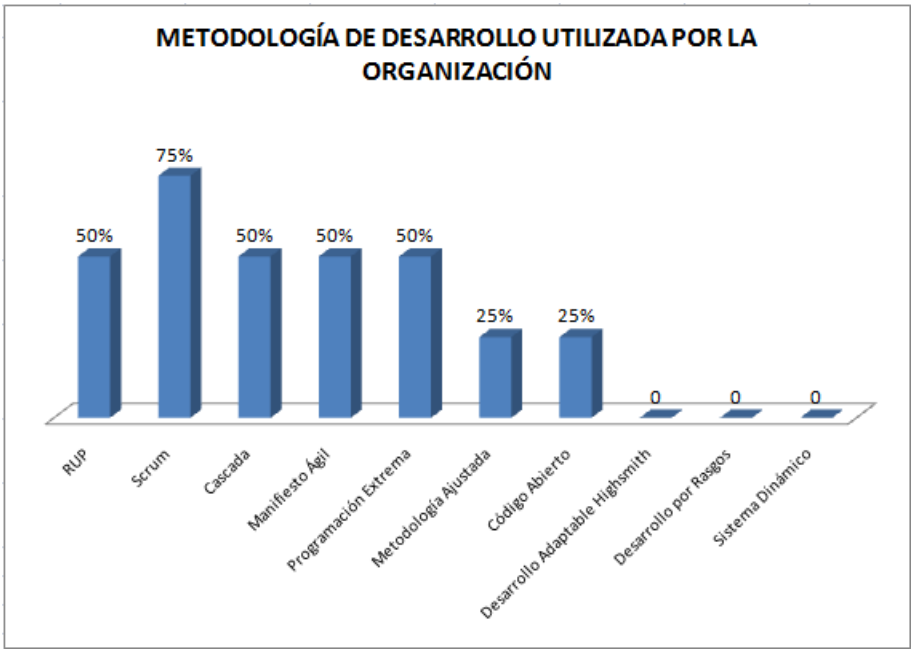
Especialista en Seguridad de Aplicaciones
Especialistas en Tecnología
Ingeniero de validación y verificación
Líder / Gerente/ Responsable de Calidad
Líder de Proyecto
Programador
Project Manager / Director de Proyectos
Tester

En este sentido uno de los retos que suelen presentarse al proceso de desarrollo software en las organizaciones es la adaptación y capacidad de respuesta del proceso frente a los diferentes tipos de desarrollo que el mercado presenta tales como desarrollos nuevos, migraciones y utilización de componentes, la gráfica 9. Estrategias para captar nuevos clientes. Muestra el porcentaje de negocios realizados por las organizaciones para cada tipo de desarrollo, vemos como, aunque el porcentaje de desarrollos nuevos ocupa el 55%, los desarrollos migración y componentes ocupan el 45%, por tanto el proceso de desarrollo que adelante la organización de software debe prestar atención y soportar los diferentes tipos de desarrollos.



Gráfica 9. Estrategias para Captar Nuevos Clientes

No obstante como lo muestra la gráfica 10. Metodologías de desarrollo utilizadas por la organización, las organizaciones del estudio utilizan diferentes metodologías en el proceso de desarrollo que van desde las más tradicionales hasta algunas relativamente nuevas dependiendo del tipo de desarrollo contratado, el tiempo y hasta del cliente, a este respecto, sería interesante en un estudio futuro investigar los criterios que hacen que una organización utilice una u otra metodología de desarrollo, dado que muy probablemente existan mitos respecto a la utilización de metodologías de desarrollo para proyectos grandes o para proyectos por fases entre otros.



Gráfica 10. Metodologías de desarrollo utilizadas por la organización

Es importante conocer la tendencia del lenguaje de desarrollo utilizado según el desarrollo o proyecto, en este sentido, se observó que las organizaciones del estudio basadas en la experiencia, habilidades y en la cultura organizacional, asocian los lenguajes de desarrollo a los tipo de proyectos contratados, en la tabla 9, Lenguajes de desarrollo software utilizados por las organizaciones, se muestra un resumen de lo antes mencionado, donde llama también la atención cómo para un mismo desarrollo existen diversos puntos de vista acerca del lenguaje utilizado para la solución, un estudio futuro podría generar indicios de los criterios tenidos en cuenta en el momento de utilizar cada lenguaje para un tipo de solución.

Tabla 9. Lenguajes de desarrollo software utilizados por las organizaciones

LENGUAJE DE DESARROLLO SOFTWARE UTILIZADOS POR LAS ORGANIZACIONES		
TIPO DE DESARROLLO	**LENGUAJES**	**Uso**
Web	J2EE, DotNet	35%
	Java con Oracle, Java con SqlServer, Java con Postgress, Java con MySql, PuntoNet con SqlServer	80%
	JAVA - PuntoNET – PB – PHP	80%

Sistemas embebidos	JAVA - PuntoNET – PB – PHP	10%
Sistemas de información, ambiente y lenguajes de desarrollo utilizados	PuntoNET, Java, VB, Powebuilder, RPG y Cobol	100%
	ABAP/SAP	10%
Sistemas en tiempo real	JAVA - .NET – PB – PHP	10%
Desarrollos móviles	PhoneGap, J2ME, PuntoNet Mobile	20%
	J2EE, DotNet	20%
SmartClient	DotNet	10%
Integración de aplicaciones	BizTalk, Wesphere Integration Developer	10%
Inteligencia de negocios	SQL SERVER, Oracle BI	10%
Consultoría en arquitectura de software	Enterprise Architect	5%

En apoyo a lo anterior se genera información respecto a buenas prácticas llevadas a cabo por las organizaciones para el proceso en aspectos como: Seguimiento a los productos, gestión de nuevas entregas y control de tiempo entre ellas.

Buenas Prácticas de Seguimiento a los productos:

- Tener una área de calidad encargada de apoyar y realizar el seguimiento
- Realizar encuestas de satisfacción a los clientes
- Monitorear constantemente el desempeño de los productos con métricas de desempeño mientras son desplegados
- Realizar la vigilancia tecnológica definida por Tecnnova

Buenas Prácticas de Gestión de Nuevas Puestas en producción:

- Tener un proceso de gestión de la configuración claramente constituido, con líneas base, patrones de gestión de la configuración establecido (branch, trunk, etc) y numeración de reléase.

- Utilizar las definiciones de CMMI para bajo estas implementar la gestión de configuración en la organización.

- Buenas prácticas para el control de tiempo entre la entrega de versiones:
- Tener un proceso definido, formalizado y detallado, cómo es el caso del 40% de las organizaciones
- Caracterización del Proceso de Ingeniería de Requisitos en las Organizaciones
- Según Pressman 2000 en [16] la calidad del software es "la concordancia con los requisitos funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo explícitamente documentados y con las características implícitas que se espera de todo software desarrollado profesionalmente".
- Para Sommerville [42] "Los requisitos son... una especificación de lo que debería ser implementado. Son descripciones de cómo el sistema debe comportarse, o de una propiedad o atributo del sistema. Ellos pueden ser una limitación en el desarrollo del sistema." Basado en ello, se puede afirmar que los requisitos del software son la base de las medidas de calidad. La falta de concordancia con los requisitos es una falta de calidad.
- Según [7] "El tiempo dedicado es una excelente inversión según...". El costo de reparar un sistema es más alto que el de aplicar un proceso adecuado de requisitos, la proporción es, puede costar 100 veces más abordar un error después de la puesta en producción.
- Durante el desarrollo software, ninguno de los enfoques tendrán éxito a menos que la cultura organizacional incluya un compromiso común de construir productos de alta calidad de software de una manera disciplinada. [7]
- Según estudios de Standish Group y Gartner Group… International para el 2011, Chaos Report el proceso de ingeniería de software sigue presentando dificultades en la etapa de Ingeniería de Requisitos. [3]

De la misma manera este estudio presenta la caracterización de la Ingeniería de Requisitos para las empresas antioqueñas de desarrollo de software. Tomando aspectos como: el nivel de importancia en la organización, la formalización, la manera cómo se realiza, los insumos metodologías, las expectativas futuras, los aspectos a mejorar, los procesos que apalanca, la elicitación, priorización, gestión del cambio, verificación y validación, los software utilizados y finalmente las habilidades, estrategias y mejores prácticas, esperas futuras del proceso, aspectos a mejorar, y aporten las organizaciones al estudio, entre otros.

Apoyando lo anterior, la importancia que tiene la Ingeniería de Requisitos en la organización por lo que debe ser caracterizado, la IEEE respecto a la Ingeniería de Requisitos en si la menciona como: "Una condición o necesidad de un usuario para resolver un problema o alcanzar un objetivo". "Una condición o capacidad que debe estar presente en un sistema o componentes de sistema para satisfacer un contrato, estándar,

especificación u otro documento formal". "Una representación documentada de una condición o capacidad como... " Como se observa en las definiciones la Ingeniería de Requisitos gira en torno a la satisfacción de los usuarios que es finalmente el indicador de calidad del producto. [65]

Este estudio referente a lo anterior, consulta el punto de vista de las organizaciones en cuanto a la importancia que tiene para cada una de ellas tener formalizado el proceso de ingeniería de requisitos y la respuesta de todas fue que es 100% necesario tener el proceso formalizado, algunas respuestas se citan a continuación:

- En nuestra organización sin requisitos prefieren no realizar el proyecto
- En todo el proceso de desarrollo desde la parte comercial y durante toda la ejecución del proyecto se tiene en cuenta la Ingeniería de Requisitos como herramienta fundamental del proyecto, desde preventa y formulación de propuesta y todo el ciclo está basado en los requisitos (CU).
- Es un eje transversal, que está involucrado en varias partes del proceso de desarrollo software, desde ventas, especificación, diseño y construcción. "Ingeniería de requisitos es una herramienta transversal al proceso".
- Nuestra Ingeniería de Requisitos está diseñado, formalizado, documentado, con estrategias de capacitación, grupos de discusión, líderes del proceso de requisitos, EPG de seguimiento, portal de gestión de conocimiento, portal de inquietudes de requisitos, respuestas de expertos, para ellos, Ingeniería de Requisitos es uno de los procesos más maduros que tiene la organización.

En apoyo a lo anterior algunos autores se citan a continuación para describir la forma, el cómo realizar Ingeniería de Requisitos.

- Según Telepaty [7] un proyecto debe abordarse desde tres (3) niveles: Requisitos de negocio, requisitos usuario y requisitos funcionales.

- Los requerimientos del negocio deben describir por qué el producto se está construyendo e identificar los beneficios a los clientes y el negocio va a cosechar.

- Los requisitos de usuario, deben ser capturados en forma de casos de uso, para describir las tareas o procesos de negocio del usuario y que debe ser capaz de realizar con el producto.

- Los Requisitos funcionales describen las conductas específicas del sistema que debe ser implementado.

- Sommerville [42] describe la Ingeniería de Requisitos con sus su disciplinas, como lo muestra la figura 29 Subdisciplinas de Ingeniería de Requisitos

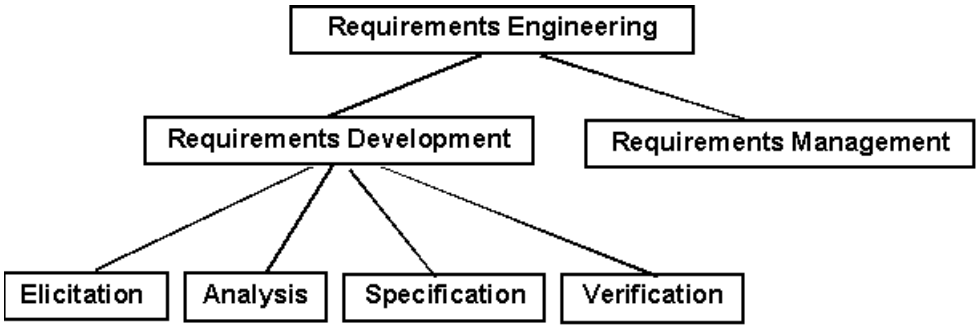


Figura 29. Subdisciplinas de Ingeniería de Requisitos. Tomado de Ian Sommerville y Sawyer Pete, Ingeniería de Requerimientos: Una Guía de Buenas Prácticas (Wiley, 1997).

- En Swebok [59] la Ingeniería de Requisitos se realiza como lo muestra la figura 30. Requisitos de Software.

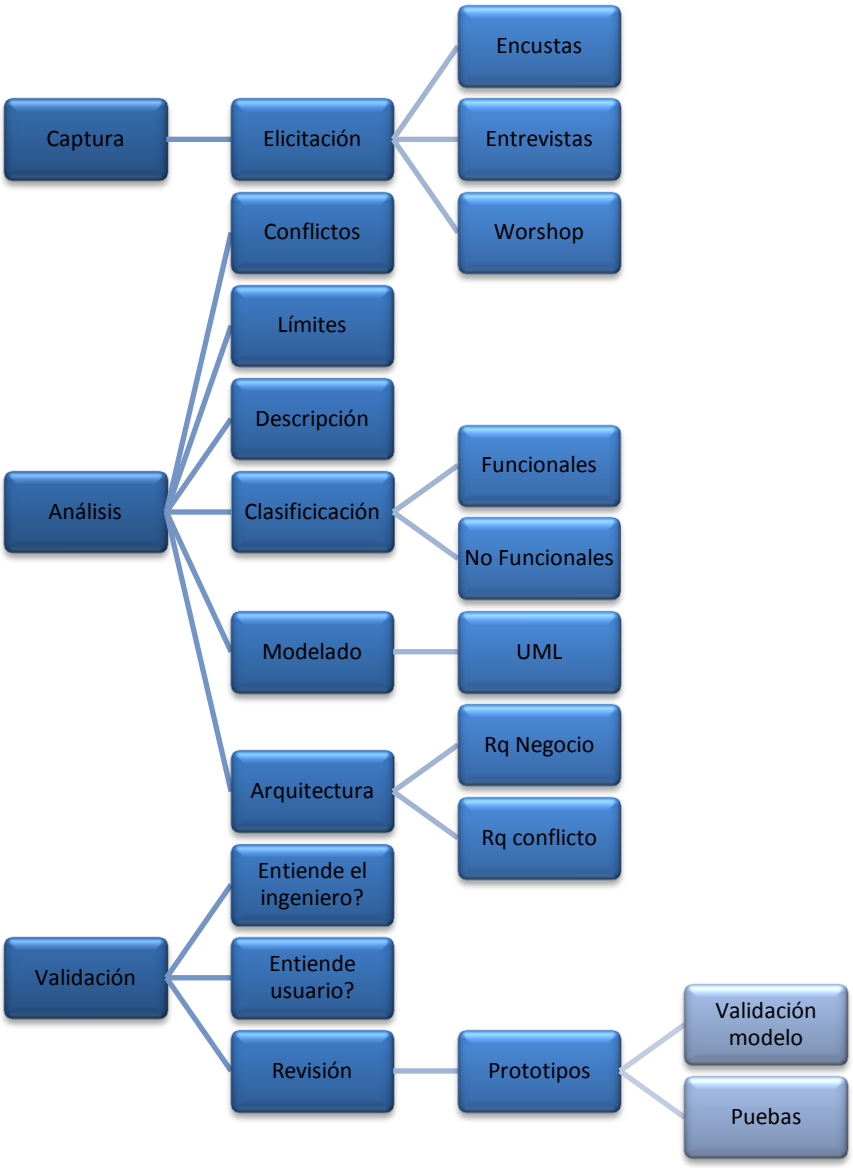


Figura 30. Requisitos de Software

- La versión 1.2 del Capability Maturity Model Integration-Development –CMMI– divide los requisitos del software en dos áreas de proceso: la primera es el Desarrollo de Requisitos, que incluye la elicitación, la definición, el análisis, la especificación y la validación; la segunda es la Gestión de Requisitos, que implica la gestión de requisitos que se han desarrollado, incluyendo el control de cambios y la verificación.

Como referente teórico que orienta respecto a la manera cómo debería realizarse el proceso Ingeniería de Requisitos, se decide investigar cómo se realiza el proceso hoy en las

organizaciones antioqueñas que desarrollan software y los insumos utilizados para ello, a continuación se citan ocho (8) experiencias relevantes en la tabla 10. El Cómo del Proceso de Ingeniería de Requisitos.

Tabla 10. El Cómo del Proceso de Ingeniería de Requisitos.

EL CÓMO DEL PROCESO DE INGENIERÍA DE REQUISITOS REALIZADO Y LOS INSUMOS
Experiencia A Basados en RUP. Los pasos son: Identificar necesidades, entender el problema, definir CU, priorizar, afinar y transversalmente realizar control cambios. **Insumos** - Work shop - Documento de especificación - Documento CU - Documento de atributos de requisitos - Documento de visión - Trazabilidad
Experiencia B Los pasos son: Entrevista, reunión grabada y bien documentada, vaciado a herramienta de requisitos y (filtrado), reconocimiento de requisitos funcionales y no nacionales, etc. recepción de documentos con requisitos, elaboración de prototipos. **Insumos** - Entrevista, encuesta, documentos usuario
Experiencia C Se realiza entrevista, se refina, se completa la información, se analiza, se vacía en herramienta de requisitos y se regresó al cliente para validarla. **Insumos** Plantillas propias prestablecidas en la herramienta de Ingeniería de Requisitos

Experiencia D

Partiendo de las necesidades del negocio se detallan características, requisitos funcionales, no funcionales y se realizan prototipos que se validan.

Insumos

- WBS, dentro se tiene para cada proceso tenemos la lista de los entregables, hay instructivos para llevar a cabo dada proceso, listas de chequeo, participación de arquitectos para dar vía libre al requisitos.

Experiencia E

Se hace Elicitación, validación, Cu

Insumos

- Cuestionarios
- EAP
- Balsamiq (para prototipos)
- Excel

Experiencia F

Reuniones de contextualización, para conocer la técnica de elicitación, entrevista, lectura de documentos previos, depuración de requisitos.

Insumos

- Software Oasis, Documentación del cliente

Experiencia G

Dada la especificad del negocio, hay catálogo de requisitos donde el cliente construye un perfil y determina el método y hacen la prueba que desea.

Insumos

- Proceso de mercadeo y ventas, Catálogo de requisitos, (preventa) documenta en oportunidad comercial, y cada servicio tiene un costo basado en una encuesta se sabe cuántos campos (una tabla).
- En la prueba se toman los requisitos de seguridad y con base en la elección del cliente en el catálogo se llama prueba de más o menos rigurosidad y se presta el servicio al cliente.

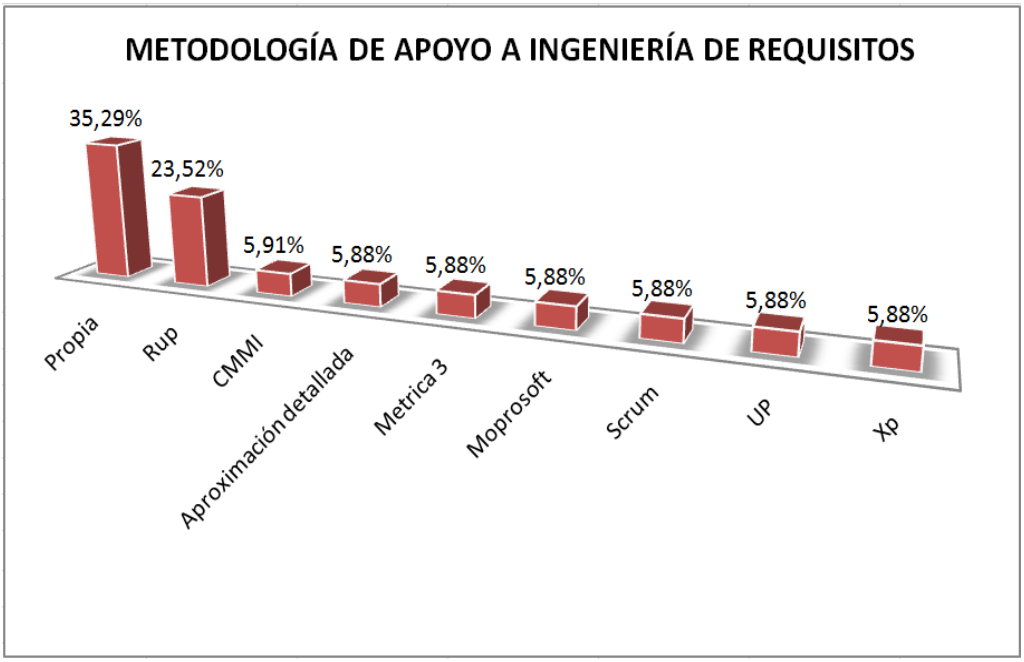
Experiencia H

Se estructura todo el proyecto basado en el concepto de arquitectura empresarial que luego se divide en 4 niveles de arquitectura: procesos, sistemas, componentes y física. Hay interpretación de requisitos en las 4 arquitecturas. El mayor apoyo de la Ingeniería de Requisitos está en la parte de arquitectura de sistemas (parte de productos software) requisitos no funcionales se involucran en la vista de componentes a través del diseño de componentes. Es un modelo iterativo incremental definido basado en requisitos

Insumos

En la venta y la visión el insumo es el conocimiento de que hay en la empresa, y que en el medio, normas gubernamentales, antes de ir al cliente para que cuente sus necesidades. En la especificación funcional el insumo es la visión construida en los 4 niveles. En diseño se usan más el insumo de componentes y el de infraestructura y en la implantación es totalmente el tema de infraestructura (poner en marcha el sistema).

Por lo tanto, algunas maneras cómo se realizan Ingeniería de Requisitos en las empresas antioqueñas de software con relación a las metodologías que sirven de apoyo durante el proceso, se obtuvieron los datos de la gráfica 40. Metodologías de Apoyo a la Ingeniería de Requisitos, donde se evidencia que en las organizaciones en un 35,29% generan su propia metodología, este resultado se logró a partir de las respuestas, apoyada en las características de sus clientes y en su cultura organizacional, demostrado en la gráfica 11, Metodología de apoyo a ingeniería de requisitos. Para [7], ninguno de los métodos tendrá éxito a menos que su cultura organizacional incluya un compromiso común de construir productos de alta calidad de software de una manera disciplinada.



Gráfica 11. Metodologías de Apoyo a la Ingeniería de Requisitos

Por lo anterior, cada organización fija sus metas de crecimiento para sus procesos y las esquematiza según un orden de prioridades y beneficios para su negocio, de allí parte la pregunta que realiza este estudio ¿Qué espera la organización a futuro del proceso de Ingeniería de Requisitos que realiza?, evidenciadas las respuestas en la tabla 11.

Tabla 11. Metas futuras para el proceso

METAS FUTURAS PARA EL PROCESO	
Capacitar al grupo de trabajo	X
Afinar las prácticas existentes	X
Que los requisitos sean la base de estimación	XX
Mejorar el diseño	X
Mejorar el análisis de los CU	X
Que el analista funcional entregue productos desarrollables	X
Hacer un mejor modelado de procesos de negocio	X

Simplificar el proceso	X
Mejorar el tiempo dedicado al proceso de requisitos	XX
Mitigar los riesgos del alcance	X
Mejorar la interpretación de las necesidades del cliente	X
Cerrar la brecha entre lo elicitado y lo entregado	X

Por otro lado, sabemos que el mundo de la tecnología sugiere soluciones para aspectos que no están totalmente claros, creando nuevas necesidades por lo cual es imposible lograr satisfacer a clientes que no tengan claridad este estudio consiente de lo anterior y sumándolo al tema que la competitividad en el mercado ha hecho que algunas organizaciones-clientes se muestren prevenidas y tomen medidas para ocultar información del proceso y de su negocio en el momento de ser requerida por la empresa de desarrollo software, generando una tipificación de clientes llamados en este estudio, críticos, que son aquellos que ocultan información, en conjunto con los que carecen de claridad entre lo que desean y lo que la organización necesita, o simplemente respecto a lo que verdaderamente desean del programa, desconociendo totalmente sus necesidades reales, que se sabe dificultan la tarea del desarrollo software e impiden la elaboración de productos con calidad y además generan incrementos en los costos debido a los reprocesos.

Situación la anterior que afecta directamente el proceso de desarrollo software y muy específicamente a la etapa de Ingeniería de Requisitos, esta investigación recopila las estrategias utilizadas por las organizaciones para atender las problemáticas anteriormente citadas en las tablas 12 y 13 bajo los títulos, Buenas prácticas de ingeniería de requisitos para clientes que ocultan información y Buenas prácticas de ingeniería de requisitos para clientes que desconocen sus necesidades.

Tabla 12. Buenas prácticas de Ingeniería de Requisitos para clientes que ocultan información

BUENAS PRÁCTICAS DE INGENIERÍA DE REQUISITOS PARA CLIENTES QUE OCULTAN INFORMACIÓN
Generar un documento de acuerdo de confidencialidad esta buena práctica está presente el 100% de las organizaciones del estudio, como una medida para generar relaciones de confianza.
Informar de manera clara, sincera y concreta al cliente respecto al tipo de negocio que es una empresa de desarrollo software y sus responsabilidades y políticas de tal manera que se genere confianza con el cliente.
Realiza un proceso de psicología con el cliente para generar confianza.

Mostrar dominio y capacitación en ese tipo de negocios frente al cliente, capacitando previamente a las personas que están en contacto directo con él.
Generar cuestionarios, entrevistas y demás actividades que permitan generar acercamiento y conocimiento de aspectos del negocio.
Mantener inmerso al cliente inmerso en el proceso para que pueda evidenciar la necesidad de la información.

Tabla 13. Buenas prácticas de Ingeniería de Requisitos para clientes que desconocen sus necesidades

BUENAS PRÁCTICAS DE INGENIERÍA DE REQUISITOS PARA CLIENTES QUE DESCONOCEN SUS NECESIDADES
La organización de desarrollo debe acudir ante un experto del dominio para poder orientar el proceso y como valor agregado poner el conocimiento adquirido al servicio del cliente.
Buscar y consultar organizaciones que hayan tenido experiencias de implementado similares.
Indagar bastante sobre el proceso que quiere intervenir y definirlo en conjunto.
Adentrarse completamente en el proceso del cliente y generar sugerencias con el valor que aporta al negocio.
Orientar al cliente respecto al valor entre lo que desea y lo que necesita.
Tener pleno conocimiento de la documentación del negocio y sugerir al cliente ayudarle a delimitar.
Indicarle claramente al cliente la diferencia entre lo que desea y lo que realmente necesita y le aporta valor a su negocio.
Aliarse con las personas especializadas en negocio.
Usar prototipos de negocio para hacer demostraciones al cliente con claridad.
Referenciar al cliente mediante la presentación de una propuesta preliminar, teniendo presentes los acuerdos de confidencialidad.
Conocer el estado del arte en el sector productivo del cliente y hacerle saber que se dispone de este conocimiento.

Realizar instrumentos como catálogos, listas de chequeo, u otros instrumentos para que el cliente sitúe sus necesidades.
Realizar un buen proceso de preventa con personas capacitadas.
Partiendo de la arquitectura de procesos se pintan lo que será el proyecto, con esto se logra saber qué es lo que en realidad quiere el cliente en un prototipo guiado por la arquitectura de base.
En la arquitectura mostrar los procesos que tiene el cliente y los procesos que desea apoyar con el sistema.
Evitar totalmente hablar de tecnología, hasta llegar a la fase de acuerdos de confidencialidad.
La organización de desarrollo debe acudir ante un experto del dominio para poder orientar el proceso y como valor agregado poner el conocimiento adquirido al servicio del cliente.
Buscar y consultar organizaciones que hayan tenido experiencias de implementado similares productos
Indagar bastante sobre el proceso que quiere intervenir y definirlo en conjunto.
Adentrarse completamente en el proceso del cliente y generar sugerencias con el valor que aporta al negocio.
Orientar al cliente respecto al valor entre lo que desea y lo que necesita.
Tener pleno conocimiento de la documentación del negocio y sugerir al cliente ayudarle a delimitar.
Indicarle claramente al cliente la diferencia entre lo que desea y lo que realmente necesita y le aporta valor a su negocio.
Aliarse con las personas especializadas en negocio.
Usar prototipos de negocio para hacer demostraciones al cliente con claridad.
Referenciar al cliente mediante la presentación de una propuesta preliminar, teniendo presentes los acuerdos de confidencialidad.
Conocer el estado del arte en el sector productivo del cliente y hacerle saber que se dispone de este conocimiento.

Respecto a la mejor continua no obstante, se debe entender la Mejora Continua del Servicio como **Crear y Mantener Valor** esta premisa asociada a las expresiones de las organizaciones del estudio referentes a mejora continua a la importancia que le dan, sus aspiraciones y los beneficios esperados, llevan a este estudio a realizar seguimiento a algunos aspectos que las organizaciones consideran a mejorar en la de ingeniería requisitos, referente a documentación, elicitación, técnicas, tiempo dedicado al proceso y acercamiento al cliente. [60]

Mejoras requeridas en la documentación de los requisitos en el contexto de ISO 9000: 2000 [61]

- Desarrollar un grupo simple de normas que sean igualmente aplicables a las pequeñas, a las medianas y a las grandes organizaciones.
- Dar mayor relevancia a los resultados derivados de las actividades y los procesos que a la cantidad y detalles de la documentación requerida.

No obstante, se requiere mostrar eficacia en la documentación se debe documentar un requisito en vez de tener un sistema de documentos para un requisito, experiencias de casos de éxito con simplicidad en los productos está por ejemplo Steve Jobs con el iPhone, que deja una sola tecla en el celular cuando en ese momento los teléfonos tenían más de treinta (30), esto es dar cuenta del valor de lo simple y la comprobación de sus buenos resultados al ver aumentar las ventas de la marca iPhone.

En ese sentido, la Figura 31. Mejoras sugeridas en la documentación, muestra, las mejorar que las organizaciones consideran como necesarias respecto a la documentación de los requisitos, para los proyectos de software, es importante considerar que el medio de las organizaciones de desarrollo consideran necesario que los ingenieros desarrollen competencias de escritura y redacción correctas, para mejorar el entendimientos del proceso que en muchas ocasiones aunque está bien elaborado carece de claridad para ser entendido por los diferentes roles del proceso.

MEJORAS SUGERIDAS EN LA DOCUMENTACIÓN DE LOS REQUISITOS

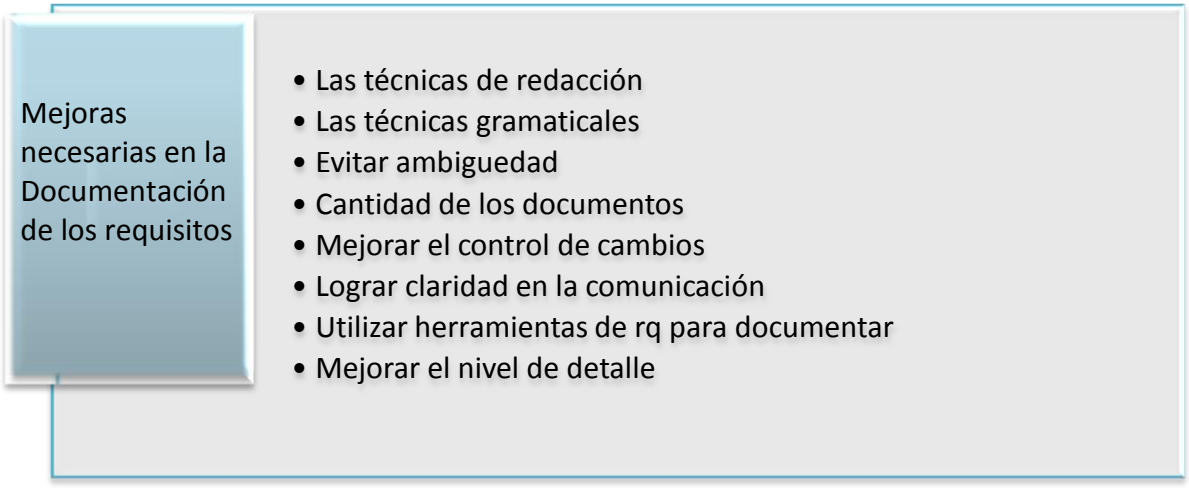


Figura 31. Mejoras sugeridas en la documentación

Mejoras requeridas en la Elicitación de los requisitos: Al definir elicitar como la manera de descubrir, hacer explicita y obtener información tomando algunas fases como:

- Identificación de las fuentes de información: que incluye stakeholders, conocimiento explicito, software existente.
- Recolección de los datos: técnicas para obtener información, como entrevistas worshop, encuestas entre otros.
- Comunicación de los datos: La manera de retroalimentar los datos para documentación y modelado.

Por lo tanto, este documento en la figura 15, muestra las mejoras necesarias en la elicitación que las empresas que forman parte del estudio expresaron. Entre el grupo de empresas se observa la tendencia marcada a utilizar la entrevista como única técnica de elicitación. Frente a la solicitud de sustentación, las organizaciones expresaron la necesidad de preparar a los ingenieros de requisitos para variar la técnica, utilizando métodos pedagógicos, que se amolden a los diferentes tipos de clientes y generen información más valiosa, de otro modo, expresaron simpatía especial por las técnicas que llevan a conocer los diferentes puntos de vista de los stakeholders y posteriormente a consenso.

Como buenas prácticas en elicitación de requisitos se presentan:

- La variación de la técnica acorde con el cliente.
- Una vez finaliza elicitación llevar los resultados a casos de uso y reunir con el equipo de trabajo para para clarificar aspectos de negocio.

- Evitar hablar de tecnología durante la elicitación evita que el usuario se sienta confundido.
- La fortaleza en la elicitación de requisitos, radica en una buena preparación humana, antes de iniciar el proceso es decir "en la formación de personas, que hablan con personas".

Los ingenieros deben ser más proactivos, generando estrategias de elicitación diferentes para cada tipo de público y realizando propuestas que lleven a los usuarios a efectuar la toma de decisiones. En ese contexto, una de las técnicas más usadas es la entrevista para que hay que tener en cuenta, las sugerencias de la Figura 32. Mejoras sugeridas en la elicitación de los requisitos.

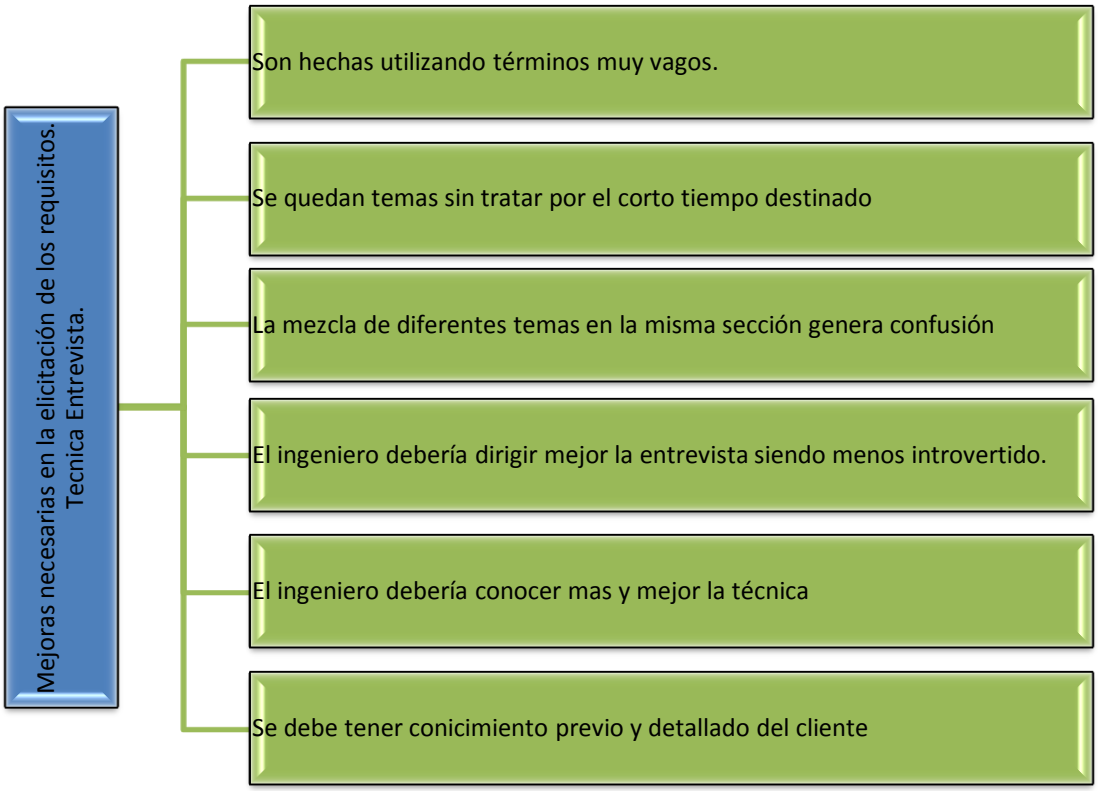


Figura 32. Mejoras sugeridas en la elicitación de los requisitos.

Respecto al tiempo dedicado al proceso: La literatura no hace señalamientos respecto al porcentaje de tiempo del proyecto que se debe dedicar a la Ingeniería de Requisitos, sin embargo, para las organizaciones del estudio este depende en gran medida de factores como:

- Experiencia del ingeniero, quien tiene la capacidad de encontrar los stakeholders de mayor aportación, incluirlos en el proceso y encontrar estrategias que generen información valiosa.
- El entrenamiento que tenga el equipo para realizar el proceso.
- Otras opiniones dicen que el tiempo del proceso depende de su duración y que es al pensar en la duración del proyecto que se asigna el tiempo que se destinará para Ingeniería de Requisitos.
- Como factor de demora está el hecho de que cuando el cliente entrega documentos de requisitos (como se ha vuelto costumbre en el medio), se debe dedicar más tiempo al proceso para esclarecer el documento ante la organización desarrolladora y de encontrarse fallas en el proceso es más difícil tener acceso a los stakeholders para realizar las aclaraciones

Como buena práctica: Se señala la utilización de plantillas que agilizan el proceso y orientan al usuario en la consecución de sus deseos.

Referente al acercamiento al cliente: Standish Group International para el 2011, Chaos Report, informa que principales factores de fracaso de los proyectos son por requisitos incompletos el 13,1%, y en segundo renglón por qué falta involucrar usuarios 12,4%. Además según Jacobe el 55% de los requisitos no son usados por los usuarios o clientes, a este nivel, este estudio encuentra que las organizaciones están conscientes de la necesidad de involucrar a los clientes en el proceso y para ello han generado estrategias como tener un paquete de capacitación previo que se aplica a las organizaciones cliente y donde se evidencia la necesidad de la participación activa de éste en cada etapa del proceso, otras organizaciones aunque no tienen elaborado el curso, si generan estrategias que hacen que el cliente conozca sus grados de involucramiento en el proceso, las consecuencias de no involucrarse y por el contrario las ventajas de estar presente en cada etapa además de las actividades generadas en cada una de ellas. Para las organización del estudio, la falta de compromiso inicial del usuario después de hacer esfuerzos por contactarlo e involucrarlo, genera no contratar el proyecto, pues de hacerlo los riesgos son de alto nivel por tanto no se expresa como un aspecto a mejorar.

Como mejores prácticas para involucrar al cliente en la Ingeniería de Requisitos esta:

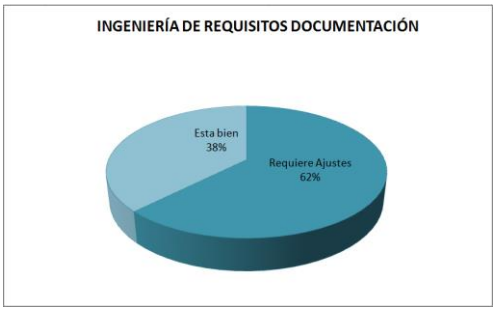
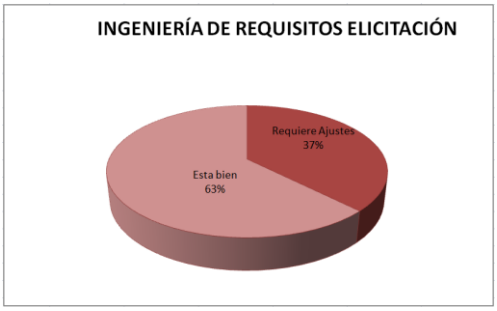
- Generar estrategias que informen al cliente su importancia al formar parte y las consecuencias de no estar activo.
- Tener claro el gobierno institucional
- Hacer claridad desde antes de la contratación de la necesidad de tener clientes dispuestos y comprometido.
- Los prototipos representan un acercamiento a la realidad del cliente por tanto es una buena manera de motivarlo a participar.
- Tranquilizar al cliente informándole qué tipo de preguntas se usaran y que no deberá tener conocimientos de ingeniería para formar parte.

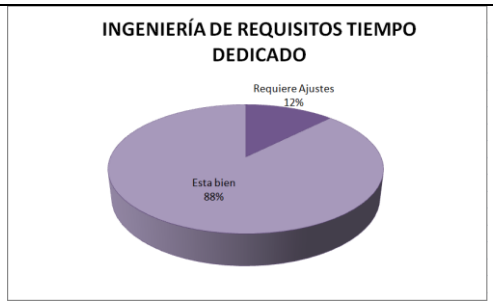
En apoyo a lo anterior se presentan algunos otros aspectos que hoy son fuente de mejora continua en las organizaciones del estudio en el proceso Ingeniería de Requisitos, a saber:

- La rastreabilidad en los requisitos.
- Generar adecuados controles de cambios y gestión de la configuración
- Simplificar la Ingeniería de Requisitos para acortar el tiempo transcurrido entre la elicitación y el proyecto. La simplificación podría venir de la elaboración de los documentos que hacen parte del proceso.
- Que la Ingeniería de Requisitos sea en realidad la base de estimación de los productos
- Lograr la homologación de los conceptos que hoy son subjetivos en la organización, como casos de uso.

La gráfica 12 resumen de resultados mejoras en Ingeniería de Requisitos, Muestran el resumen del resultado generado por las organizaciones respecto a las necesidades de mejora en aspectos de Ingeniería de Requisitos.

RESUMEN DE RESULTADOS MEJORAS EN INGENIERÍA DE REQUISITOS

Figura	Interpretación
	La documentación de la Ingeniería de Requisitos requiere ser mejorada, para lograr entre otros beneficios, el entendimiento de los requisitos en todo el equipo de desarrollo para el 62% de las organizaciones.
	Es necesario generar mejores estrategias y técnicas de elicitación en Ingeniería de Requisitos, para lograr entre otros beneficios, obtener datos relevantes a la IR para 37% de la organización del estudio.

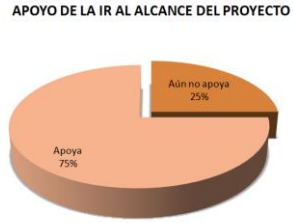


El 12% de las organizaciones consideran necesario mejorar el tiempo que dedican a IR, esta consideración ligada a la experiencia del equipo de trabajo, al tipo de proyecto y hasta a las características del cliente

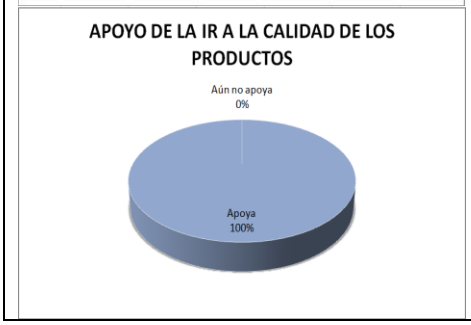
Gráfica 12. Resumen de resultados mejoras en Ingeniería de Requisitos

No obstante, la Ingeniería de Requisitos en una organización desarrolladora de software es un proceso apalancado de otros procesos organizacionales como el conocimiento del alcance del proyecto, la destinación de los recursos necesarios, la estimación del tiempo, la estimación del costo y la incidencia en la calidad de los proyectos. Este trabajo, da a conocer en qué medida la Ingeniería de Requisitos cumple su función de apoyar cada proceso en la organización en la gráfica 13. Apoyo la de Ingeniería de Requisitos a los proyectos de desarrollo

APOYO DE LA INGENIERÍA DE REQUISITOS A LOS PROYECTOS DE DESARROLLO

Gráfico	Interpretación
	Para el 75% de las organizaciones IR apoya el conocimiento del alcance del proyecto de manera total mientras que para el 25% el apoyo es parcial y asociado a otros procesos
	Para el 75% de las organizaciones IR apoya la destinación de los recursos del proyecto de manera total mientras que para el 25% el apoyo de IR es parcial es decir, solamente para la estimación inicial mientras que durante el proyecto el apoyo es asociado a otros procesos.

Para el 63% de las organizaciones IR apoya la estimación del costo del proyecto de manera total mientras que para el 25% el apoyo de IR es parcial. Aunque se toma en cuenta no es el apoyo principal a la estimación.



Como apoyo en la calidad de los productos IR es un factor 100% determinante.

Gráfica 13. Apoyo del proceso de Ingeniería de Requisitos a los proyectos de desarrollo

Otros aspectos que apalanca la Ingeniería de Requisitos en las organizaciones son:

- Conocimiento del negocio y sus estrategias
- Estimación del tiempo
- Claridad al cliente con relación al proyecto

En este sentido, las tareas asociadas con el análisis y especificación de requisitos existen para dar una representación que pueda ser revisada y aprobada por el cliente, en un mundo ideal el cliente desarrolla una especificación de requisitos del software completamente por sí mismo. Pero esto se presenta raramente en el mundo real del software, donde en el mejor de los casos, la especificación se desarrolla conjuntamente entre el cliente y el técnico. Basado en ello y buscando resultados y buenas practicas, que lo logren involucrar en la Ingeniería de Requisitos se indagó sobre las estrategias que utilizan las organizaciones en el proceso de Ingeniería de Requisitos los resultados se muestran en la Tabla 14. Estrategias para involucrar al cliente en el proceso, esto sin dejar de tener en cuenta que para todas las organizaciones involucrar al cliente en el proceso es el paso más importante, por tanto se presta la mayor atención a este aspecto antes de iniciar el proyecto.

Tabla 14. Estrategias para involucrar al cliente en el proceso

ESTRATEGIAS PARA INVOLUCRAR AL CLIENTE EN EL PROCESO
Presentar al cliente el proceso en términos de las ventajas y beneficios que le aporta el hecho que el proceso de requisitos sea completamente realizado en conjunto con la empresa.

Hacer énfasis en costo beneficio sin olvidar el tiempo como ventajas de usuario.
Mostrar los riesgos, en caso de no delegar a una persona idónea para que atienda el proceso de requisitos con la empresa desarrolladora.
Negociar los requisitos del cliente claramente, explicándole la diferencia entre lo que quiere y necesita y la ganancia obtenida al realizar buenas elecciones.
Tener ingenieros encargaos del proceso de requisitos con la pericia y experiencia suficientes para involucrar al cliente en todo el proceso.
Tener programadas capacitaciones en video que de manera general muestran a cada cliente la metodología utilizada para el desarrollo de los productos y cada una de las fases haciendo énfasis en el papel que desempeña el usuario en cada unan y los riesgos de no estar presentes.
Educación al cliente, mostrándole la definición de roles para su proyecto, las responsabilidades de cada rol y la dependencia del cliente para cada responsabilidad.
Utilizar estrategias de capacitación como entrevista, encuesta en forma personalizada para el proyecto
Sensibilizar al cliente y hace que se involucre
Tener claras las líneas de autoridad para que las personas no desistan de participar en el proyecto y se sientan apoyadas.
Presentarle al cliente un catálogo de requisitos que podrían encaminarlo hacia lo que él espera del producto.
Tomar al cliente en cuenta y validar con él cada etapa, sin dejarlo largos períodos de tiempo sin tener comunicación.
Hacer reuniones donde públicamente se diga la participación del cliente.
Ser claros al informar que la participación debe ser durante todo el proyecto y para todas las fases.

Cabe agregar respecto a la priorización de los requisitos que es el paso donde se busca identificar la importancia que tiene un requisito en términos de implementación y la

secuencia en que ocurrirán las actividades de diseño y prueba de cada de ellos. La priorización de cada requisito debe depender de las necesidades que tenga el negocio.

Por consiguiente en la Ingeniería de Requisitos la priorización es un aspecto donde se debe tener especial cuidado, tacto, delicadeza y claridad con los clientes quienes tienen diferentes expectativas con respecto al sistema a desarrollar, ya sea por opiniones diferentes o por conflicto de intereses [62], dado que fácilmente se puede generar polémica entre la visión de la empresa de desarrollo y el cliente quien en muchas ocasiones requiere ser llevado a pensar y a diferenciar sus deseos de sus necesidades o de las necesidades que hacen que el producto apoye a la organización.

Basados en la prioridad, cada requisitos puede ser clasificados como mandatorio, deseables o innecesarios. Un requisito es mandatorio si afecta una operación crítica del negocio. Si existe algún proceso que se quiera incluir para mejorar los procesos actuales, estamos ante un requisito deseable; y si se trata de un requisito informativo o que puede esperar para fases posteriores, el requisito es catalogado como innecesario. Como se observa la prioridad depende de las necesidades del negocio.

El trabajo con el usuario no termina allí pues una vez categorizados los requisitos, una estrategia general sería incluir los mandatorios, discutir los deseables y descartar los innecesarios, analizando el costo, complejidad, riesgos y otros factores. Como se observa para esta terea se requiere una especial pericia, capacidad de argumentación y sobretodo acercamiento y comunicación con el cliente y con el equipo de desarrollo. La clave para la negociación es poder determinar el conjunto de requisitos prioritarios, este estudio generó alrededor de la priorización de los requisitos la pregunta ¿Qué técnica se utiliza la organización para priorizar requisitos? Los resultados se encuentran en la tabla 15. Técnicas de priorización.

En este sentido para [2…] poder ir desde las características generales de los requisitos y llegar a las especificaciones detalladas, facilita su validación en cuanto a lo que requieren los clientes y los usuarios dada su posibilidad de rastreabilidad.

Tabla 15. Técnicas de priorización

La priorización la define el cliente los ingenieros somos los guías simplemente.
En un desarrollo iterativo, primero se deben negociar los requisitos arquitectónicamente de mayor complejidad.
Antes de negociar se debe tener el concepto de la parte técnica referente a la priorización.
A cada requisito se le debe colocar el porcentaje de importancia durante la

negociación de priorización para luego llevar al cliente a decidir.
Se realiza negociación de las necesidades de cliente con relación a los riesgos de arquitectura y se generan acuerdos.
Es mejor hacer la priorización por cada caso de uso.

De la misma manera, en este apartado se van a tratar actividades relacionadas con la gestión de requisitos. Entendida como el conjunto de actividades que ayudan al equipo de trabajo a identificar, controlar y seguir los requisitos y sus cambios en cualquier momento, es gestionar los cambios de los requisitos y las relaciones entre ellos, las dependencias entre la especificación de requisitos y otros documentos producidos por el proceso de desarrollo de software para asegurar consistencia entre los requisitos y el sistema construido es establecer una línea base para llevar a cabo la ingeniería y gestión del software o mantener consistencia entre los planes, productos y actividades de software y los requisitos de sistema asignados al software. Según [53].

La gestión de requisitos implica entonces formalizar los cambios de estos y mantener la consistencia y otros productos de trabajo del proyecto esto ya que los requisitos presentan gran variación durante el proceso por factores como los cambios tecnológicos, cambios en las estrategias o prioridades del negocio, modificaciones en leyes, mal análisis de problemas que surgen, el problema que se estaba resolviendo cambió, los usuarios cambiaron su forma de pensar o sus percepciones, cambió el ambiente de negocios, cambió el mercado en el cual se desenvuelve el negocio. Los cambios deben controlarse y documentarse, es decir, hay que convivir con ellos y por ello la gestión de cambios es esencial este apartado del estudio describe en la Tabla 16 Estrategias para realizar gestión de cambio de requisitos, la forma como se realiza el proceso en las organizaciones antioqueñas de software, que formaron parte de este estudio.

Tabla 16. Estrategias para realizar gestión de cambio de requisitos

ESTRATEGIAS PARA REALIZAR GESTIÓN DE CAMBIO DE REQUISITOS
Hay línea base, todo cambio entra por solicitud de cambio y de acuerdo al nivel se conforma comité de cambios.
En cada proyecto hay un grupo que evalúa cambios y miden el impacto: técnico, funcional y económico para negociar con el cliente el cambio
Se evalúa el impacto del cambio en cada proceso, presentarlo al CCB (configuración control board) existe un comité encargado de aprobar o no los cambios de requisitos, se comunica al cliente su impacto, se realizan estadísticas de cambios y estabilidad de

requisitos.
Hay un proceso definido de gestión de cambio, luego se negocia los cambios con el cliente
De cada cambio se mide impacto, se hace seguimiento y rastreabilidad.
El proceso se inicia: cliente, ventas director de proyecto, y es el comité quien lo hace
La gestión del cambio es por tanto de una u otra manera medida por todas las organizaciones del estudio, todas miden el impacto de los cambios.

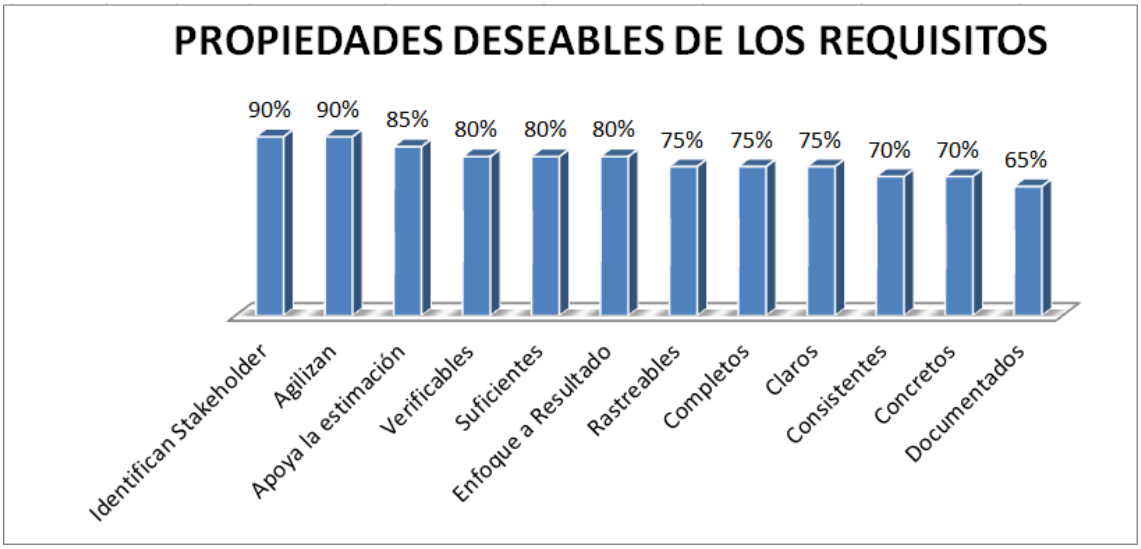
Por lo tanto, se sabe por la literatura que los requisitos de software deben tener propiedades como las de ser claros, completos, identificar al usuario que los requiere, estar enfocados en el resultado establecido, ser verificables, evitar conflictos al interior de los miembros del proyecto, agilizar el proyecto, ser consistentes, suficientes y rastreables. A continuación en la Tabla 17 se citan las propiedades deseables para los requisitos en las organizaciones.

Tabla 17. Propiedades deseables de los requisitos

PROPIEDADES DESEABLES DE LOS REQUISITOS
o Ser entendidos por todo el equipo de trabajo
o Deben ser el insumo base de la estimación y no el insumo de apoyo
o Ser consistentes
o Ser rastreables
o Deben identificar los stakeholders
o Tener adecuados niveles de detalle de las necesidades
o No permitir niveles de conocimiento tácito
o Reflejar las necesidades del negocio
o No prestarse para varias interpretaciones (ambigüedad)
o Deben agilizar el proceso
o No causar conflicto

- Ser entendidos por todo el equipo de trabajo

Se puede afirmar que la documentación en los requisitos es la actividad que mayor atención requiere con el 65% de la productividad para las empresas, mientras que la consistencia y el hecho de que los requisitos sean concretos está generando el 70% de productividad, en el proceso están los ítems de claridad como completitud y rastreabilidad con el 75%, entre el 80% y el 85% están en las propiedades enfoque a resultados, suficiencia, verificación y apoyo en la estimación. Las mejores propiedades que presenta la Ingeniería de Requisitos hoy es la identificación de los stakeholder y la agilidad en los resultados, lo anterior se muestra en la gráfica 14. Propiedades deseables de los requisitos.



Gráfica 14. Propiedades deseables de los requisitos

No obstante, como buena práctica de validación y para evitar conflictos cada una de las personas cuando recibe los requisitos los aprueba como entendidos y para continuar la validación con quien los hizo es necesario saber si los entendió a cabalidad para poder continuar con el proceso.

En este sentido, la validación es la etapa final de la Ingeniería de Requisitos. Su objetivo es verificar todos los requisitos que aparecen en el documento especificado para asegurarse que representan una descripción por lo menos aceptable del sistema que se debe implementar. Esto implica verificar que los requisitos sean consistentes y que estén completos.

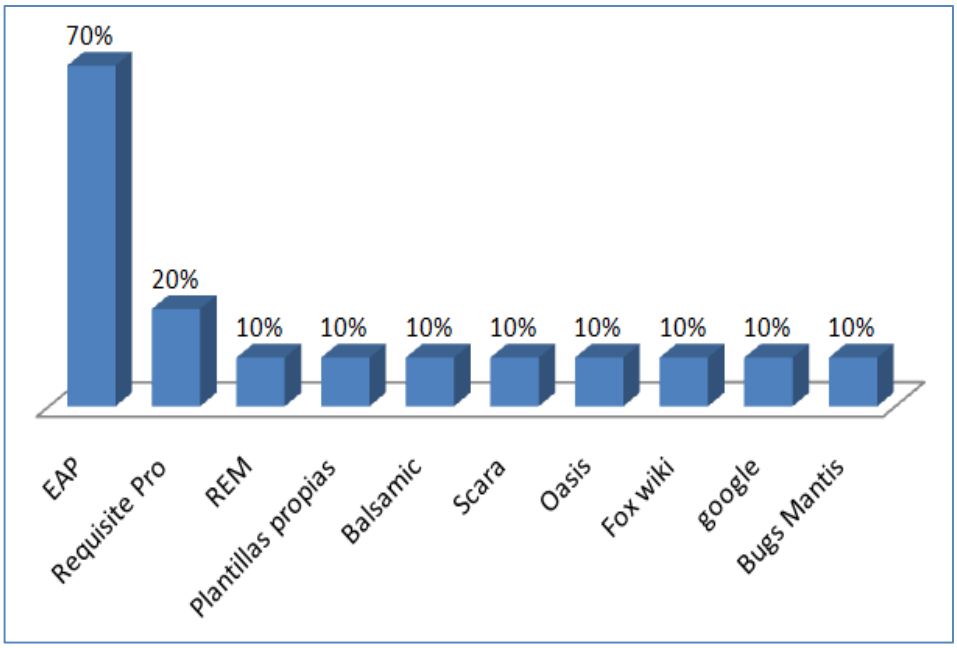
El proceso de validación de requisitos tiene como finalidad comprobar que los mismos, poseen todos los atributos de calidad enunciados. Este estudio pidió a las organizaciones

relatar los criterios y/o técnicas que utilizan para validar los requisitos la Tabla 18. Técnicas y criterios de validación de datos. Muestra las técnicas y los criterios de validación.

Tabla 18. Técnicas y criterios de validación de datos

TÉCNICAS Y CRITERIOS DE VALIDACIÓN DE DATOS
Realizar revisión por pares, que posteriormente se almacena en buctraker, con una lista de chequeo.
Tener un área capacitada, con estándares y encargarla del proceso, por ejemplo el área de calidad.
Tener documentos de referencia, con criterios, con ejemplos y contra ejemplos para que allí puedan referenciarse los ingenieros.
Solo se valida lo que se encuentre en la herramienta de requisitos.
"El cliente decide que desea" sin esa aprobación no se lleva a cabo el requisito.
Hacer EPG como prueba adherencia al proceso de verificación de requisitos.
Hacer revisiones internas con una lista de chequeo y con los clientes, o utiliza planilla.
Utilización de una base de datos de conocimiento.

De la misma manera, referente a las herramientas para realizar el proceso de Ingeniería de Requisitos, es importante ver que esta fungen como un medio facilitador para agilizar y mejorar los procesos involucrados en todo el ciclo de vida presentado por la Ingeniería de Requisitos, y que en conjunto ayudan a la construcción final de un producto de software terminado. Estas herramientas permiten entre otras cosas tener un mayor control en proyectos complejos, reducir costos y retrasos en los proyectos, ayudan a determinar la complejidad y los esfuerzos necesarios. En este apartado se presentan características generales de una de las herramientas más utilizadas para este propósito por las organizaciones que participaron en la investigación. La gráfica 15. Herramienta más utilizada por las organizaciones en Ingeniería de Requisitos. Donde se muestra el porcentaje de uso de cada herramienta en Ingeniería de Requisitos.



Gráfica 15. Herramienta más utilizada por las organizaciones en Ingeniería de Requisitos

Por consiguiente, un repositorio es un sitio centralizado donde se almacenan un conjunto de servicios e información ofrecidos por una institución con el objeto de gestionar, difundir y facilitar el acceso a las personas miembros de un equipo. Dentro de las ventajas que aporta el repositorio está la descarga, publicación y desarrollo colaborativo y que facilita el seguimiento de proyectos y el acceso de manera centralizada e incentiva la gestión colectiva del conocimiento. Aquí se evidencia que el 100% de las organizaciones tienen repositorio; el cuestionamiento es si lo utilizan o no como fuente de consulta para estructurar un requisito. En los resultados que propiciaron las organizaciones consultadas se demuestra que para el 60% de ellas la consulta es de más del 90%, mientras que el 40% dicen que su repositorio es consultado entre el 51% y el 60%.

Por lo anterior se puede afirmar, que la incorporación de los procesos en la cultura organizacional es tal vez el eje central del éxito de este proceso, por tanto este estudio pide a las organizaciones describir la forma como cómo tiene incorporada la organización en su cultura organizacional, la Ingeniería de Requisitos y los aspectos en que es necesario generar planes de mejora. Algunas estrategias de incorporación de IR a la cultura organizacional fueron:

- La implementación de áreas de REQM y RD según el modelo de CMMi, con analistas de requisitos especializados
- Tener un proceso IR claro y definido
- Valerse de auditorías para monitorear el estado de la IR
- Tener clara la trazabilidad de IR
- Mantener alineado IR con la arquitectura empresarial
- Especificar los niveles de detalle de la especificación
- Generar estrategias de transferencia de conocimiento
- Formar a los ingenieros en habilidades para la IR
- Utilizar manuales en la intranet como DR-20

Por consiguiente, el entorno juega un papel importante en la Ingeniería de Requisitos, pues de él se desprenden situaciones de conocimiento de la cultura de las empresas clientes, las necesidades del mercado, los hábitos de consumo entre otros, para ello las organizaciones realizan investigación de mercado que posteriormente se visualizan a través de cambios en los requisitos. Por tanto este apartado del estudio decide indagar si en las organizaciones que participaron del estudio, la investigación de mercado parte de la Ingeniería de Requisitos, por lo que la respuesta es que el 60% de las organizaciones no tienen las investigaciones de mercado como parte de IR. El 40% de organizaciones que tienen incorporadas a IR la investigación de mercado señalan que es una buena práctica y que genera aportes significativos al desarrollo.

Es por esto que uno de los aspectos que requieren mejora en Ingeniería de Requisitos en la documentación es que deja un alto porcentaje al conocimiento tácito, las organizaciones señalan las siguientes estrategia para lograr disminuir los niveles de conocimiento tácito en la Ingeniería de Requisitos:

- Tener un banco de Ideas, PA OID CMMi N5, lecciones aprendidas y plataforma de KM
- Ya que por medio de entrevistas, nunca se obtiene el 100% del conocimiento, se especializa al ingeniero en el negocio y se usa el stakeholder del lado del cliente
- Tener grupos de práctica representados en los comités de arquitectura y analistas funcionales.
- Valerse del conocimiento que tienen los usuarios de los procesos y problemas de los clientes

Por otro lado, para garantizar el éxito en un proyecto software, una de las premisas más importantes es el conocimiento del público objetivo y sus necesidades, no se trata de llegar a cuanta más gente mejor, sino a todo el público que le interesa y que tiene real inferencia en los procesos. Un buen proceso de Ingeniería de Requisitos se basa en conocer el público interesado para lograr hacer un buen proceso de elicitación, de lo contrario las posibilidades de fallas son muy altas. El fracaso en los proceso lo causa la resistencia de las personas, por no sentirse parte, no conocerlo o no aportar sus ideas y necesidades en la ejecución, basado en ellos las organizaciones definen como

fundamental a la Ingeniería de Requisitos para conocer el público objetivo y enmarcan el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

6.3. Algunos aspectos a mejorar en Ingeniería de Requisitos:

- Falta de plantillas para requisitos
- Es necesaria la adopción y adaptación de RUP con sus artefactos para que sean fáciles de entender por el cliente y mantener esa adopción.
- La documentación existente es insuficiente
- Aún queda mucho conocimiento tácito
- Mejorar el entendimiento entre el Ingeniero de desarrollo y el proceso del analista
- Algunas veces los clientes que entienden la propuesta de solución
- Se debe agilizar el proceso
- El cierre del proceso debe ser más ágil
- Algunas veces se presentan polémicas al interior del equipo por la forma cómo se entiende un requisitos se debe unificar el lenguaje interno
- Se deben formalizar reglas internas
- Se debe detallar mejor el alcance y saber qué se hace dentro y fuera del proceso

En ese sentido, la definición de gestión de requisitos es: Un enfoque sistemático para levantar, organizar y documentar los requerimientos del sistema y un proceso que establece y mantiene el acuerdo entre el cliente y el equipo del proyecto sobre los requerimientos cambiantes del sistema. En Tabla 19. Estrategias de gestión de requisitos. Se citan las tácticas utilizadas por las organizaciones para gestionar los requisitos, en la Tabla 20 Estrategias de versiones de los requisitos se muestran las maniobras para versionar los requisitos y en la tabla 21. Proyectos con mayor destreza en ingeniería de requisitos. Se citan los proyectos que en el mercado del software Antioqueño presentan fortalezas en su elaboración por parte de las empresas desarrolladoras. [33]

Tabla 19. Estrategias de gestión de requisitos.

ESTRATEGIA DE GESTIÓN DE REQUISITOS
Revisión de pares que se almacena en buctraker Listas de chequeo Se hace EPG como prueba adherencia al proceso
Negociación con el cliente
Utilizar una herramienta de modelamiento automatizada, capacitación a personas involucradas en el proceso
Usar de todas las técnicas de elicitación
Sensibilizar al cliente
Comunicación permanente con el cliente Revisión por pares

Documentos propios de la organización con listado de requisitos
Creación de rol de coaching como apoyo al proceso

Tabla 20. Estrategias de versionamientos de requisitos

ESTRATEGIAS PARA VERSIONAR LOS REQUISITOS
Estrategia de gestión de versionamientos
Uso de herramienta Visual sorseis, partiendo de línea base, hay proceso de gestión de cambio y control de versiones
Proceso de Gestión de Configuración, EAP Por cada fase se versiona (fase de elicitación, fase diseño…)
Se realiza gestión de la configuración, un equipo se reúne para determinar el impacto del cambio y lo aprueba, luego lo negocia con el cliente.
Todo el proceso de gestión de la configuración, más herramientas para manejo de versiones
Gestión de la configuración en Tim System
Por cada cambio se genera una nueva versión una vez validado el cambio
Con catálogo de fox wiki, se tienen los versionamientos
Gestión de configuración de CMMI, hay versionamientos y rastreabilidad

Tabla 21. Proyectos con mayor destreza en ingeniería de requisitos

PROYECTOS CON MAYOR DESTREZA EN INGENIERÍA DE REQUISITOS
Software a la medida
Sector financiero
Proyectos muy grandes
Sector de seguros
Desarrollo de servicios
Seguros
Se presentan ante los clientes con un proceso de desarrollo muy definido.
Consultoría SAP
Automatización de procesos
Criterio de seguridad
Migración de legassi a web
Comunicación con sistemas, (SAP con otro sistema)

Relacionamientos entre sistemas y la organización

Según lo antes dicho, se puede apreciar que el proceso de Ingeniería de Requisitos es un conjunto estructurado de actividades, mediante las cuales se obtiene, se valida y se logra dar un mantenimiento adecuado al documento de especificación de requisitos, que es el documento final, de carácter formal, que se obtiene de este proceso. Es necesario recalcar, que no existe un proceso único que sea válido de aplicar en todas las organizaciones. Cada organización debe desarrollar su propio proceso de acuerdo al tipo de producto que se esté desarrollando, a la cultura organizacional y al nivel de experiencia y habilidad de las personas involucradas en la Ingeniería de Requisitos. Por tanto hay muchas maneras de organizar la Ingeniería de Requisitos.

7. CAPÍTULO CONCLUSIONES, TRABAJOS FUTUROS, MEJORES PRÁCTICAS

7.1. Conclusiones

Se ha hablado mucho al respeto a la incidencia de una deficiente Ingeniería de Requisitos en la calidad del producto final y en este mismo sentido la incidencia en la satisfacción del cliente, en consecuencia esta es la supervivencia de las organizaciones desarrolladoras de software.

La literatura ha generado métodos procesos propuestas tendientes a mejorar el proceso de desarrollo software en general sin embargo en ellos se hacen especial énfasis en que el éxito del desarrollo software depende de la adecuada ingeniería de requisitos.

La producción de software implica innovación en cada uno de sus eslabones de la cadena de valor, por lo que el aprendizaje tecnológico y la integración de todos los actores y agentes en un sistema son requisitos esenciales para construir, fortalecer y acumular las capacidades de innovación en la industria.

Los resultados del estudio tendientes la confirmación de las hipótesis fueron:

Hipótesis 1: La competencia en el mercado es un objetivo estratégico clave en las empresas que desarrollan productos de software:

Resultado del estudio: Las empresas coinciden en que la competencia en el mercado es un objetivo estratégico clave, ya que frente a un mercado cada vez más competitivo, las empresas tienden a agregar características adicionales a los productos y a comprimir los plazos de entrega, lo que resulta en una falta de coincidencia completa de los requisitos y recursos, dando lugar a productos que no satisfacen las necesidades del cliente en tiempo y calidad.

Además aunque las organizaciones reconocen la importancia del proceso en muchos casos no lo tienen institucionalizado, aunque en la mayoría de los casos si lo tienen descrito, lo que se presta para la realización de cambios y adiciones de última hora que pueden no estar contempladas en el alcance, que carezcan de rastreabilidad o que requieran para su desarrollo recursos adicionales.

Hipótesis 2: Los mayores desafíos para el crecimiento y gestión del mercado, no son los aspectos relacionadas con problemas técnicos

Resultado del estudio: Se demostró que los niveles de estudio de los empleados son competentes para sus funciones y que además las organizaciones aplican planes y estrategias de capacitaciones periódicas. Los mayores desafíos se presentan en:

- La necesidad de conocimiento del negocio que es la base para orientar al cliente brindándole elementos para la generación de ideas que logren que el producto genere valor.
- Teniendo en cuenta que la elicitación es un proceso humano y no técnico, es necesario fomentar las habilidades comunicativas y pedagógicas en el ingeniero para que logre adaptar sus estrategias de elicitación al tipo de negocio, de proyecto y de stakeholders logrando obtener toda la información necesaria sin excesos ni faltantes.
- Es necesario fomentar niveles adecuados de redacción y escritura en los ingenieros para que la documentación realizada durante el proceso de ingeniería sea clara y concreta para todos los miembros del equipo de desarrollo.

Hipótesis 3: Los requisitos suelen ser inventados por los desarrolladores internos de la compañía

Resultados del Estudio: Los problemas de definición de alcance, volatilidad en requisitos y comprensión de los mismos, lleva a que en determinados casos estos sean inventados por los desarrolladores internos de la compañía, por tanto se hace necesario tener la técnica de IR institucionalizada e implementada que brinde claridad en cuanto a la gestión del cambio y que tenga estándares de documentación claros para el entendimiento de todo el equipo y que muestren claramente el alcance y de cada uno de los requisitos para cada entrega.

Hoy es muy sentida la invención de los requisitos como respuesta a la falta de claridad en la documentación o a la necesidad de completar el requisito o de incluir una funcionalidad nueva que no está correctamente documentada desde el inicio del proyecto sino que aparece como respuesta a un cambio que no se gestionó completamente por falta de tiempo u decisión de última hora.

Hipótesis 4: Los requisitos son pobremente documentados

Resultados del Estudio: La documentación es considerada en el medio uno de los factores críticos, puesto que la documentación debe permitir que los requisitos sean entendibles y claros para todo el equipo de desarrollo, debe ser el medio para logra claridad de lo que se va a desarrollar, el alcance de lo que se va a desarrollar y de la estimación en recursos, tiempo y costos.

- En la actualidad las estimaciones del alcance del proyecto y sus recursos se realizan basadas en técnicas ad hoc o juicio experto dejando la documentación como un apoyo y no como el soporte del proceso de estimación del proyecto.

- Se encuentran en algunos casos mucha documentación lo que no solo retrasa el proceso sino que se sabe que el concepto la calidad en los requisitos no necesariamente es igual la cantidad, más bien se requieren datos concretos, por el contrario el exceso de datos es equivalente a la mala documentación en requisitos

pues se hace difícil de manejar y se torna improductiva para la persona que la crea y un obstáculo para las personas que buscan la información.

- Se presenta documentación incompleta o que se presta para ser interpretada de diferentes maneras, lo que impide la rastreabilidad del requisitos, actividad que es particularmente importante porque una de las características principales del proceso de desarrollo software es el manejo de requisitos cambiantes.

- La documentación realizada en la ingeniería de requisitos carece de formalidad para apoyar la negociación.

Hipótesis 5: La priorización de las necesidades y la planificación de la nueva versión son procesos cruciales para la ventaja competitiva

Resultados del Estudio: La correcta selección de los requisitos en la planificación de cada entrega de un producto implica el análisis de importancia para el cliente y el hecho de resolverlas según el proceso de priorización implicara siempre una ventaja competitiva pues está directamente ligada a la satisfacción del cliente. Es por eso importante que el cliente tenga claridad referente a: los resultados del proceso de priorización que indican el orden en el que se desarrollará el producto, el alcance de cada entrega, las implicaciones en estimación de un cambio. En este sentido se debe tener en cuenta que un proceso de estimación requiere el conocimiento claro del alcance de los requisitos cumplimiento en tiempo y satisfacción de las necesidades y expectativas reales del usuario y por tanto calidad del software y la competitividad en el mercado.

Hipótesis 6: La relación entre los desarrolladores y los clientes suele ser larga, pero con la proximidad limitada

Resultados del Estudio: Se logró establecer que el mercado de desarrollo de software antioqueño enfrenta varias situaciones que demuestran proximidad limitada con los clientes, entre estas están: los clientes que ocultan información por no considerarla relevante o bien por considerarla secreto del negocio y los clientes que desconocen lo que necesitan del sistema y tienden a confundir sus necesidades y sus deseos, en ambos casos estos son llamados en este estudio clientes críticos y que situaciones como estas obstaculizan el proceso, generan reproceso y deterioran la calidad de los productos.

Hipótesis 7: El fracaso del lanzamiento del producto a menudo se produce debido a que el producto no cumple con las necesidades de los clientes

Resultados del Estudio: Las fallas en el proceso de IR espacialmente durante la elicitación y la documentación hacen que los productos iniciales presenten defectos en su primera puesta en producción y se requiere hacer reparaciones que retrasa la entrega definitiva, otra causas está ligada a las deficiencias al procesar los cambios.

Todo lo anterior esta evidenciado en este estudio cuando se muestra como la mayor causa de insatisfacción de los clientes está en las entregas tardías de los productos por causas orientadas a insatisfacción en los requisitos.

Hipótesis 8: Los requisitos son evaluados sólo después de su lanzamiento en el mercado.

Resultados del Estudio: Factores como la falta de proximidad con el cliente, la aceptación de requisitos fuera del alcance debido entre en muchos casos por la presión del mercado competitivo, entre otros hacen que en muchos casos los requisitos sean evaluados después del lanzamiento.

En el medio antioqueño los ajustes que es necesario hacer a un producto luego de su lanzamiento demuestran que pese a que se realizan procesos de verificación y validación previos al lanzamiento y se tiene como política en la mayoría de los casos involucrar al cliente durante todo el proceso, los productos no tienen los resultados esperados, lo cual demuestra que solo en este momento se realiza la real validación y verificación de los requisitos.

Hipótesis 9: Los desarrolladores de productos de software por lo general tienen un proceso de ad hoc, para definir y gestionar los requisitos

Resultados del Estudio: Las organizaciones tienen en muchos casos documentado el proceso Ingeniería de Requisitos, sin embargo este carece de institucionalización y o de completitud frente a situaciones como la gestión del cambio lo que lleva a aplicar soluciones ad hoc. Por otro lado, hoy las organizaciones han creado estrategias tales como: tener el proceso formalizando, utilizar metodologías que lo apoyen, realizar seguimientos que midan los niveles de satisfacción de los usuarios durante el proceso, etc. No obstante, aún existen factores de ambigüedad en los requisitos, falta documentación clara y de habilidad en la elicitación que hace que los procesos sean ad hot.

En la realidad antioqueña las organizaciones expresaron la ausencia del usuario como un factor que los motiva a suponer requisitos, que posteriormente pueden no ser los adecuados en el momento de la validación.

Hipótesis 10: El proceso utilizado para IR en el desarrollo de software a medida difiere del utilizado para el desarrollo de paquetes de software, a tal grado que las prácticas de Ingeniería de Requisitos tradicionales usadas en el desarrollo a la medida no pueden emplearse para desarrollar paquetes software.

Resultados del Estudio: Es una realidad que entre el 40% y el 60% de los errores y defectos del software a medida son el resultado de una pobre gestión y definición de requisitos, aproximadamente la mitad de los problemas encontrados se podrían haber evitado, simplemente con dejar claro desde el principio, lo que el cliente espera del proyecto, bajo este contexto se deja ver la necesidad manifiesta de tener contacto con el

cliente y conocer sus necesidades para lograr calidad en el software a medida, mientras que a esta tarea en el software COTS no se le puede dar cumplimiento detallado por que no se tienen clientes específico sino consumidores varios y estrategias de marketing para apoyarse. Sin embargo es un hecho que las estrategias de marketing son un insumo importante para apoyar la Ingeniería de Requisitos en el software a medida, pero teniendo en cuenta que la calidad de este depende directamente es de la relación directa con el cliente.

7.2. Estudios futuros:

Los siguientes son una lista de temas que a lo largo de este estudio se encontraron como aportantes, necesarios y que de ejecutarse generan valor al medio del desarrollo software.

- Replicar este estudio en otras regiones con el fin de obtener un conjunto de buenas prácticas en Ingeniería de Requisitos.
- Compendiar las buenas prácticas en Ingeniería de Requisitos realizadas hasta el momento.
- Conocer el manejo, la estructura y las buenas prácticas a nivel de los repositorios de software específicamente la manera como se maneja la parte de repositorio en el tema Ingeniería de Requisitos y los niveles y documentos de reúso.
- Conocer las competencias que poseen y las buenas prácticas usadas por los ingenieros analistas de requisitos que hacen que su labor sea exitosa y la formación brindada por las universidades a este nivel.

7.3. Buenas Prácticas:

Buenas prácticas en elicitación de requisitos:

- No hay que olvidar que los aspectos humanos de la ingeniería son responsables de más del 50% del éxito del proceso.

- Los analistas deben tener suficientes habilidades pedagógicas y de comunicación que permitan acercamiento y lectura de los mensajes de los stakeholders

- Por norma general se debe tener conocimiento del negocio previo al inicio de la elicitación.

- El hecho de que los clientes entreguen sus requisitos no garantiza que estén en estado tal que se pueda iniciar el de inmediato el desarrollo, sin que sea necesario ajustarlos o rehacerlos, por tanto al estimar no se debe dar esta actividad como hecha.

- La utilización de un experto en manejo de técnicas grupales, permite al elicitado tomar nota de asuntos importantes para el proceso, observar las actividades en búsqueda de líderes.

- Tener en una actividad grupal de elicitación a dos personas tomando nota evita que la información se pierda y garantiza mayor grado de validez.

- Las organizaciones deben tener estructuradas capacitaciones donde se eduque al cliente mostrándole la importancia de su participación, los roles, las etapas y sus niveles de intervención hasta llegar a un esbozo de sus tareas, para que este se programe.

Buenas prácticas en Documentación de requisitos.

- El manejo de prototipos es una herramienta fundamental para dar claridad al desarrollo.

- Es necesario asegurarse de que el analista maneje técnicas adecuadas de lectoescritura.

- La cantidad de documentación en lugar de agilizar obstaculiza ya que no siempre se puede leer toda la información y además se puede prestar a diferentes interpretaciones por lecturas incompletas.

Verificación y Validación de Requisitos.

- El ingeniero de requisitos debe entender la necesidad y plantear la solución que orienten al cliente en la solución.

- El cliente debe conocer claramente las implicaciones de no involucrarse en el proceso.

- Los requisitos no funcionales deben tener un nivel de importancia alto para la ingeniería de Requisitos y deben ser acordes con la organización por tanto se requiere hacer lectura específicas de ella para obtenerlos.

- Se debe conocer negocio con el fin de orientar el cliente en la solución que genera mayor valor.

- El cliente debe conocer de manera detallada el proceso de gestión del cambio y sus implicaciones.

- Para evitar que el tiempo afecte el proyecto una estrategia fragmentar las entregas

- Estas expresiones como las siguientes indican presión y afectan la calidad de los productos: “Se acabó el tiempo, entreguemos ya lo que tenemos y probamos después, además esto debería funcionar”, “ya se contrató hay que hacerlo...”, “tenemos tres (3) meses para hacer…”, “esto es para ya”, “toca trabajar este fin de semana”, “toca trabajar día y noche”.

8. Apéndice A Encuesta sobre la Caracterización de Las Empresas que Desarrollan Productos Software en Antioquia Colombia.

Basados en la tesis doctoral (1) se ha venido adelantando un estudio algo similar en el medio colombiano. Contando con la colaboración de un grupo significativo de empresas que llevan más de diez (10) años de estar en el mercado del software, y que se han vinculado al estudio generando aportes de conocimiento.

La intención con el instrumento encuesta es obtener las información con el fin de caracterizar a las organizaciones participantes en el estudio, brindándoles garantía de confidencialidad en la información y garantizando comunicar los resultados del estudio.

Este documento encuesta, contiene un conjunto de preguntas para ser contestadas por uno o más representantes de las empresas que forman parte del estudio empírico.

El objetivo de este instrumento de la encuesta es obtener información que contextualice la organización en temas como identificación, número de empleados y una serie de particulares más que permiten determinar el tamaño de la empresa y sus características en el desarrollo del producto software.

Beneficios son: Las empresas que participan en este estudio tendrán acceso a todos los informes y artículos publicados sobre la investigación. Basado en resultados de la búsqueda, las empresas reciben un informe contiene directrices específicas para las empresas participantes sobre la manera de mejorar sus procesos de ingeniería de requisitos durante el desarrollo de productos de software. Otro beneficio importante es estimular el debate entre los profesionales industria de software local.

Cualquier duda o aclaración sobre esta encuesta sobre el proyecto de investigación, “Estudio Sobre el Proceso y la Productividad de la Ingeniería de Requisitos en las Empresas Antioqueñas de Software, puede comunicarla con Luz Janette Vélez Mejía en el e-mail: luzjvelez@gmail.com.

Apéndice A

ESTUDIO EMPÍRICO SOBRE EL PROCESO Y LA PRODUCTIVIDAD DE LA INGENIERÍA DE REQUISITOS EN LAS EMPRESAS ANTIOQUEÑAS DE SOFTWARE

ENCUESTA

DOCENTE ASESOR: DOCTOR ALBERTO ANTONIO RESTREPO VELÁSQUEZ

ESTUDIANTE: INGENIERA LUZ JANETTE VÉLEZ MEJÍA

UNIVERSIDAD EAFIT

MAESTRÍA EN INGENIERÍA

2012

Se aplica este instrumento en el estudio "EL PROCESO Y LA PRODUCTIVIDAD DE LA INGENIERÍA DE REQUISITOS EN LAS EMPRESAS ANTIOQUEÑAS DE SOFTWARE", con la finalidad de conocer aspectos generales de las empresas, los procesos que se llevan a cabo en materia de ingeniería de requisitos y las mejores prácticas en el proceso.

Agradecemos su compromiso y objetividad ejes fundamentales para alcanzar el éxito en este proyecto de investigación

Datos del encuestado Fecha

Nombre del encuestado:
Tiempo que lleva laborando en la organización:
Email
Teléfono: Cargo:

Datos de la Organización

Nombre de la organización:
Dirección web:
Teléfonos:

Los siguientes datos se solicitan con el fin de medir en los empleados implicados directamente proceso de desarrollo, el predominio o déficit de certificaciones, sus niveles de inglés, y la prevalencia de los empleados en las organizaciones.

1. ¿Número de empleados que laboran en la organización?
2. ¿Número de empleados que intervienen directamente en el proceso de desarrollo software?
3. Certificaciones

Detalle de las Certificación de los empleados adscritos al proceso de desarrollo	Número de empleados

4. Dominio de inglés entre los empleados adscritos al proceso de desarrollo software

Número de empleados con nivel alto de inglés	Número de empleados con nivel medio de inglés	Número de empleados con nivel bajo de inglés

5. Experiencia de los empleados adscritos directamente al proceso de desarrollo software

Número de empleados con			
Menos de 1 año de experiencia	1 a 5 años de experiencia	6 a 10 años de experiencia	Más de 10 años de experiencia

6. Tiempo de vinculación de los empleados adscritos al proceso de desarrollo software en la organización

Tiempo laborado con la empresa			
Menos de 1 año	1 a 5 años	6 a 10 años	Más de 10

7. ¿Qué metas de certificación o estudio espera lograr la organización para sus empleados?
8. Describa los certificados y valoraciones con que cuenta la organización.

9. Que metas de certificación o valoración espera alcanzar la organización a corto y mediano plazo.
10. En el contexto del desarrollo de software ¿Cuáles roles de la lista siguiente tiene definidos la organización?

- ☐ Analista de Sistemas/Analista Técnico Funcional
- ☐ Ingeniero de validación y verificación
- ☐ Tester
- ☐ Diseñador de Soluciones
- ☐ Especialista en Seguridad de Aplicaciones
- ☐ Administrador de Redes, Comunicaciones y Sistemas Operativos
- ☐ Administrador de Seguridad
- ☐ Administrador de Base de Datos
- ☐ Consultor Funcional Junior
- ☐ Consultor Funcional Sénior
- ☐ Líder de Proyecto
- ☐ Project Manager / Director de Proyectos
- ☐ Ejecutivo Comercial
- ☐ Administrador de configuración
- ☐ Líder / Gerente/ Responsable de Calidad
- ☐ Analista QA (Quality Assurance)
- ☐ Analista Tester (con Orientación Técnica y/o Funcional)

- ☐ Otros
- ☐ .
- ☐ .
- ☐ .

11. Describa los métodos y/o estrategias que utiliza la organización para actualizar a sus empleados.

12. ¿Cuáles son los principales nichos de mercado que atiende la organización? SERVICIOS Y FINANZAS

13. De la siguiente lista selecciones la metodología de desarrollo utilizada por la organización, en caso de utilizar varias, describa los criterios que llevan a utilizar una metodología para un proyecto.
    - ☐ Programación extrema
    - ☐ Código abierto
    - ☐ Desarrollo de software adaptable Highsmith
    - ☐ Scrum
    - ☐ Desarrollo manejado por rasgos
    - ☐ Método de desarrollo de sistema dinámico
    - ☐ Manifiesto para desarrollo de software ágil
    - ☐ Otros métodos
    - ☐ RUP
    - ☐ Cascada
    - ☐ .
    - ☐ .
    - ☐ .

14. Si en su organización se desarrolla software complete la siguiente tabla:

TIPO DE DESARROLLO	PORCENTAJE DE PRODUCCIÓN	AMBIENTES (y lenguajes) DE DESARROLLO UTILIZADO
Juegos		
Web		
Sistemas embebidos		
Sistemas de información		

Sistemas inteligentes		
Sistemas en tiempo real		
Desarrollos móviles		
Otro		

Para empresas desarrolladores de software complete:

15. La cantidad porcentual de sus clientes locales 100% nacionales _____, y extranjeros_____ con que cuenta la organización.

16. Por cada tipo de cliente el porcentaje de desarrollos realizados anualmente es: desarrollos clientes locales 100% nacionales_____, extranjeros_____

17. Exprese los criterios que tiene la organización desarrolladora de software para clasificar sus clientes en grandes, medianos y pequeños.

17.1. Clientes grandes son: _____
17.2. Clientes medianos son: _____
17.3. Clientes pequeños son: _____

18. Basado en la información del punto anterior complete
18.1. Porcentaje de clientes grandes que atiende la organización ____
18.2. Porcentaje de medianos clientes que atiende la organización ____
18.3. Porcentaje de pequeños clientes que atiende la organización ____

19. En ¿qué porcentaje y qué tipo de clientes, conocen el proceso software llevado a cabo en su organización?

Tiempo y trayectoria de los clientes con la organización

20. Cite las etapas del desarrollo más satisfactorias para los clientes de la organización en orden de satisfacción:

- ☐ Construcción
- ☐ Elicitación
- ☐ Análisis
- ☐ .

21. ¿Cuál es el nivel de satisfacción que presentan los clientes de la organización, en una escala de uno a diez, siendo diez, el mayor grado de satisfacción? ¿en qué porcentaje de satisfacción que presentan los clientes de la organización?

    - ☐ Entre 1% y 10%
    - ☐ Entre 21% y 30%
    - ☐ Entre 31% y 40%
    - ☐ Entre 41% y 50%
    - ☐ Entre 51% y 60%
    - ☐ Entre 61% y 70%
    - ☐ Entre 71% y 80%
    - ☐ Entre 81% y 90%
    - ☐ Entre 91% y 100%

22. Describa las causas frecuentes de insatisfacción por parte de los clientes y las etapas donde se presentan:

    - ☐
    - ☐
    - ☐

23. Cite las formas de contratación que utiliza la organización para los proyectos software:

24. ¿Existe en la organización repositorio de requisitos?

25. Si existe repositorio de requisitos en la organización en qué porcentaje es consultado por el personal de desarrollo software.

    - ☐ Entre 1% y 10%
    - ☐ Entre 21% y 30%
    - ☐ Entre 31% y 40%
    - ☐ Entre 41% y 50%
    - ☐ Entre 51% y 60%
    - ☐ Entre 61% y 70%
    - ☐ Entre 71% y 80%
    - ☐ Entre 81% y 90%
    - ☐ Entre 91% y 100%

26. Describa la forma como se evidencia que tiene la organización incorporada el proceso de ingeniería de requisitos como parte de su cultura organizacional, y/o que aspectos es necesario mejorar a este nivel.

27. ¿Es en la organización la investigación de mercado parte del proceso de ingeniería de requisitos?

28. ¿Qué estrategias se utilizan para extraer el conocimiento tácito?

29. ¿En qué porcentaje, se conoce en los proyectos el público objetivo?

30. ¿Qué estrategias utiliza la organización para captar nuevos clientes?: Publicidad____ ferias ___ eventos _____ compañías de marketing _____ Referenciados por otros clientes___

31. Explique ¿Qué estrategias utiliza la organización para potenciar sus clientes?

32. ¿Qué estrategias realiza la organización para hacerle seguimiento a los clientes?

33. ¿Realiza la organización seguimiento a los productos y qué estrategias utiliza?

34. ¿Cuál es el proceso que realiza la organización con sus clientes para gestionar nuevas versiones del producto?

35. ¿Tiene la organización control de tiempo entre la entrega de versiones?

36. Cite los porcentajes de desarrollo software realizados por la organización al clasificar así: Desarrollos nuevo 60%, Desarrollos por componentes 20%, Desarrollos por migración 20%

ELICITACIÓN DE REQUISITOS actividad comúnmente llamada levantamiento de requisitos.

Teniendo presente que elicitar requisitos es según el SEI: "El proceso de identificar necesidades y conciliar las disparidades entre las comunidades involucradas para el propósito de definir y refinar los requisitos para satisfacer las restricciones de esas comunidades"

Elicitar requisitos es entonces el proceso a través del cual los clientes, compradores o usuarios de un sistema descubren, revelan, articulan o entienden sus requisitos y se logran identificar, recoger, extraer.

37. Diligencia la siguiente información basado técnica en el proceso de **elicitación de requisitos** en la organización.

Técnica	Porcentaje de utilización	Tipo de software (Juegos, web, sistemas información, sistemas inteligentes, sistemas en tiempo real, desarrollos móviles)	Tiempo destinado para ingeniería de requisitos	Tiempo que dura el proyecto
Introspección				
Lectura de documentos existentes				
Hard date (datos escritos)				
Entrevista				
Encuestas				
Cuestionarios				
Reuniones				
Análisis de tareas				
Análisis de protocolo				
Adquisición del conocimiento				
Focus groups				
Tormenta de ideas				
Workshops (talleres)				

Respecto a la especificación de los requisitos, es decir la forma de registrar los requisitos

38. ¿Qué notación, patrón lingüístico, plantilla utiliza la organización? Describa.

39. Al clasificar los proyectos como grandes, medianos y pequeños complete:

Proyecto	Tiempo estimado de	Porcentaje de proyectos que	Número de empleados

	desarrollo	realizan	asignados
Grandes			
Medianos			
Pequeños			

40. iste por lo menos 10 productos software realizados por la organización durante los últimos meses y diligencia el siguiente formato.

Nombre del proyecto	Cliente extranjero nacional o local	Tiempo total del proyecto	Método para costear el proyecto	Roles asignados	Número de empleados por rol	Tiempo empleado para ingeniería de requisitos	Estrategia empleada realizar ingeniería de requisitos

9. Apéndice B Entrevista sobre la Caracterización del proceso de Desarrollo Software y la Ingeniería de Requisitos en las Empresas que Desarrollan Productos Software en Antioquia Colombia.

El instrumento entrevista, tiene las características de Semi-estructurada y estandarizada. Este documento contiene un conjunto de preguntas para ser contestadas por uno o más representantes de las empresas del estudio y se realiza en forma presencial con la investigadora.

El objetivo de este instrumento es obtener información más detallada sobre el proceso de desarrollo, la interacción con los clientes, la ingeniería de requisitos y sobre todo para identificar retos y problemas enfrentado durante el proceso de ingeniería de requerimientos, esta información además es un complemento a la recopilada en el instrumento encuesta.

La duración de la entrevista es de una (1) hora.

Detalladamente los objetivos de la encuesta son: Comprender cómo las empresas llevan a cabo la ingeniería de requisitos, investigar formas de interacción y el compromiso con los clientes durante el desarrollo de productos de software, conocer las herramientas utilizadas en el proceso y la justificación para su uso, descubrir los principales desafíos que enfrentan en la ingeniería de Requisitos. Pero sobre todo documentar en forma detallada las experiencias y mejores prácticas.

Apéndice B

PLANEACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

ESTUDIO EMPÍRICO SOBRE EL PROCESO Y LA PRODUCTIVIDAD DE LA INGENIERÍA DE REQUISITOS EN LAS EMPRESAS ANTIOQUEÑAS DE SOFTWARE

ENTREVISTA

LUZ JANETTE VÉLEZ MEJÍA

ASIGNATURA: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
ASESOR: DOCTOR ALBERTO ANTONIO RESTREPO VELÁSQUEZ

UNIVERSIDAD EAFIT
MAESTRÍA EN INGENIERÍA
2012

INTRODUCCIÓN

La entrevista es una parte vital del proyecto de investigación ya que, a través de una serie de preguntas que proponen análisis, se obtendrá información cualitativa y cuantitativa, que permite relacione las organizaciones, con el proceso de ingeniería de requisitos esto con el fin de lograr generar un informe de las características, retos desafíos y mejores prácticas de la Ingeniería de Requisitos en las empresas Antioquenas de Software.

Preguntas de la Entrevista

1. ¿Es importante para la organización en el proceso de ingeniería de requisitos? ____ describa la manera de evidenciar su respuesta.

2. ¿Tienen formalizado el proceso de ingeniería de requisitos la organización?

3. Describa la manera ¿Cómo se realiza el proceso de ingeniería de requisitos en la organización?

4. Cite y describa los insumos que utiliza la organización en el proceso de ingeniería de requisitos.

5. ¿Qué el tipo de metodología utiliza la organización durante el proceso de ingeniería de requisitos?

6. ¿Qué espera la organización a futuro del proceso de ingeniería de requisitos que realiza?

7. Cuando la organización atiende clientes críticos, es decir clientes: que ocultan información, que no saben lo que desean, que tienen el tiempo muy limitado, o manejan políticas altas de privacidad, ¿qué estrategias utiliza la organización para realizar ingeniería de requisitos? en cada caso.

8. Los aspectos a mejorar en el proceso de ingeniería requisitos en la organización hacen referencia a, y en ¿qué porcentaje?:
   - ☐ Documentación
   - ☐ Elicitación
   - ☐ Técnicas
   - ☐ Tiempo de dicado al proceso
   - ☐ Acercamiento al cliente
   - ☐ Otros, explique.

9. Es la ingeniería de requisitos en la organización un proceso que apalanca:
   - ☐ Conocimiento del alcance del proyecto a desarrollar
   - ☐ Destinación de los recursos necesarios
   - ☐ Estimación del tiempo del proyecto
   - ☐ Estimación del costo del proyecto
   - ☐ Incide en la calidad del proyecto
   - ☐ Otros

10. Describa las estrategias utiliza la organización para involucrar al cliente en el proceso de ingeniería de requisitos.

11. ¿En la organización se priorizan requisitos? En caso afirmativo ¿qué técnica utilizan?

12. Si se realiza, describa el proceso, de gestiona el cambio de los requisitos en la organización.

13. Durante el proceso de desarrollo ¿Cuáles de las siguientes propiedades deseables de los requisitos están presentes en la organización y en qué porcentaje?

    - ☐ Requisitos claros _____
    - ☐ Requisitos completos _____
    - ☐ Requisitos concretos _____
    - ☐ Requisitos que identifican al usuario que los requiere_____
    - ☐ Requisitos que se enfocan en el resultado establecido _____
    - ☐ Requisitos verificables _____
    - ☐ Requisitos que evitan conflictos al interior de los miembros del proyecto ____
    - ☐ Requisitos que agilizan el proyecto _____
    - ☐ Requisitos consistentes _____
    - ☐ Requisitos que impiden un costeo adecuado del proyecto _____
    - ☐ Requisitos suficientes _____
    - ☐ Requisitos documentados _____
    - ☐ Requisitos rastreables _____
    - ☐ Otros
    - ☐

14. Describa las herramientas de gestión de clientes utiliza la organización

15. Relate los criterios y/o técnicas que utiliza la organización para validar los requisitos.

16. Describa los criterio y/o técnicas utiliza la organización para verificar los requisitos

17. Cite los software que utiliza la organización para llevar a cabo el proceso de requisitos
    -
    -

18. Cite algunas situaciones que demuestran aspectos a mejorar en el proceso de ingeniería de requisitos de la organización.

19. Describa la estrategia para gestionar los requisitos en la organización

20. Detalle la estrategia para gestionar las versiones de los requisitos

21. Relate el tipo de proyectos que presentan mayor destreza y fuente de éxito para la organización al realizar el proceso de ingeniería de requisitos

MUCHAS GRACIAS

BIBLIOGRAFÍA

1. [1] Cássia Pereira S. Um Estudo Empírico sobre Engenharia de Requisitos en Empresas de Productos de Software. [posgrado en Ciencias de la computación] Recife: Universidad Federal de Pernambuco, Centro de informática; 2007.

2. [2] RESTREPO, Alberto; HENAO, Mónica; ANAYA, Raquel. Aplicación de una metodología de Ingeniería de Requisitos a un caso real. VII Workshop Iberoamericano de Ingeniería de Requisitos y Desarrollo de Ambientes de Software, IDEAS2004. Arequipa – Perú, Mayo 2004.

3. [3] Standish Group International (2011) – www.standishgroup.com. Last Access Engineering". 3rd Conference for the Promotion of Research in IT at New Universities and University Colleges in Sweden.

4. [4] The Standish group. Chaos tuesday #20: • project success verses project value [internet] [consultado 2013 Ago 25]. Disponible en: http://blog.standishgroup.com/about-standish

5. [5] Mendoza L, Pérez M, Grimán A. Análisis del Impacto del Proceso de Desarrollo en las Características de Calidad del Software. [Internet] [consultado 2013 Ago 25] Disponible en: http://www.researchgate.net/publication/228556854_Anlisis_del_Impacto_del_Proceso_de_Desarrollo_en_las_Caractersticas_de_Calidad_del_Software.

6. [6] Sawyer P, Kotonya G. Chapter 2 Software Requeriments [internet]. [consultado 2013 Ago 25]. Disponible en: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.135.6794&rep=rep1&type=pdf.

7. [7] Wiegers KE. When Telepathy Won't Do: Requirements Engineering Key Pratices [internet]. [consultado 2013 Ago 25] Disponible en: http://www.processimpact.com/articles/telepathy.html.

8. [8] Castañeda Zamora. Sistema regional de innovación para potenciar la industria del software en Antioquia. [internet]. [consultado 2013 Ago 25]. Disponible en: http://www.dane.gov.co/candane/images/DT_DANE/wp_sistema_innovacion_software_antioquia.pdf

9. [9] Sommerville, I. (2007) "Software Engineering". Addison Wesley; 7ª

10. [10] "IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology" (Stad. 610.12-1990).

11. [11] Pressman, R, Ingeniería del Software: Un enfoque práctico, McGraw Hill 1997. Pressman, R. S. (2006) "Engenharia de Software". Makron Books. 6ª Edición.

12. [12] "Engenharia de Software". Makron Books. 6ª EdiciónLondoño LF, Anaya R, Tabares MS. Análisis de la Ingeniería de Requisitos orientada por aspectos según la industria del Software. EIA [internet]. 2008; 9: 43-52 [consultado 2013 Ago 25]. Disponible en: http://revista.eia.edu.co/articulos9/43-52%20(articulo%203).pdf

13. [13] Potts C. Invented Requirements and imagined customers: Requirements Engineering for Off-the-Shelf Software [internet] [consultado 2013 Ago 25] Disponible en: http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=00512553

14. [14] Londoño Londoño LF. Recomendaciones para la Formación de una Empresa de Desarrollo de Software Competitiva en un país como Colombia. [internet]. [consultado 2013 Ago 25]. Disponible en: http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/title/recomendaciones-formacion-empresa-desarrollo-software-competitiva-pais-como-colombia/id/54667899.html

15. [15] Romald Edward Freeman, Tesis doctoral, Programa doctoral en Gobierno y Cultura de las Organizaciones, Instituto Empresa y Humanismo, Universidad de Navarra, Pamplona, 2009. Newsletter Nº 5 – Otro punto de vista Noviembre 2009.

16. [16] Pressman, R. S. (2006) "Engenharia de Software". Makron Books. 6ª Edition.

17. [17] Wiegers K. Software Requeriments, Second edition (internet) Ciudad: Microsoft; 2003 (consultado el 2013 Ago 20) Disponible en: http://www.amazon.com/Software-Requirements-2-Karl-Wiegers/dp/B00CVDWS5O.

18. [18] Humphrey W. Introducción al proceso software personal (internet) (consultado 2013 Ago 18) Disponible en: https://mail-attachment.googleusercontent.com/attachment/u/0/?ui=2&ik=234fd0ea8e&view=att&th=14174512bd719097&attid=0.2&disp=inline&realattid=f_hm96ysz01&safe=1&zw&saduie=AG9B_P9iL5pN4d0pCOoxS18YVyxY&sadet=1380661969830&sads=QNgB4wnA3ag5kJ6WVsOpp66h-OY

19. [19] IEEE Std. 830 (1984). "*IEEE Guide to Software Requirements Specification*" The Institute of Electrical and Electronics Engineers, New York, EUA. (usada en el cap2).

20. [20] Wiegers K. More about software requeriments: Thorny issues and practical advice (internet) Ciudad: Microsoft Press; 2005 (consultado el 2013 Ago 17) Disponible en:

http://my.safaribooksonline.com/book/software-engineering-and-development/software-requirements/0735622671

21. [21] The Unified Modeling Language User Guide (2nd Edition) [Hardcover] Rumbaugh--UML_2.0_Reference_CD

22. [22] UPM. La experimentación en Ingeniería del Software [internet] [consultado 2013 Ago 25] Disponible en: http://www.fi.upm.es/docs/estudios/postgrado-admision/537_Seminario%20ESE.pdf.

23. [23] Mon A, Vinjoy M, Estayno M, Serra D. Experimentación en Ingeniería de Sotware – Análisis de la influencia de la personalidad en los equipos en el desarrollo de Software [internet] [consultado 2013 Ago 25] Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/19097/Documento_completo.pdf?sequence=1

24. [24] Basili VR. The Experimental Paradigm in Software Engineering [internet]. [consultado 2013 Ago 25]. Disponible en: http://www.cs.umd.edu/~basili/publications/chapters/C17.pdf

25. [25] Basili VR. The Role of Controlled Experiments in Software Engineering Research [internet].[cosultado 2013 Ago 25] Disponible en: http://www.cs.umd.edu/~basili/publications/chapters/C26.pdf

26. [26] IBM. Getting requirements right: avoiding the top 10 traps. [internet] [consultado 2013 Ago 25] Disponible en: http://www.batimes.com/images/pdfs/GettingRequirementsRight.pdf

27. [27] Cheng B, Atlee J. Research directions in requirements engineering. , Perú [internet]. [consultado 2013 Ago 25]. Disponible en: http://www-users.cselabs.umn.edu/classes/Fall-2010/seng5801/readings/future-of-RE.pdf

28. [28] Palomino KC. Estudio del comportamiento de la industria del software en Colombia ante escenarios de capacidades de innovación y ventajas comparativas por medio de dinámica de sistemas. [Trabajo de grado como requisito parcial para optar al título de Magíster en ingeniería de sistemas] (Medellín) Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas, Escuela de Sistemas; 2011.

29. [29] Neill CJ, Laplante PA. Requirements engineering: the state of teh practice. [internet]. [consultado 2013 Ago 25]. Disponible en: http://www.personal.psu.edu/users/c/j/cjn6/Personal/Reprints/Software%20v20n6%2003.pdf
30. [30] Rumbaugh J, Jacobson I, Booch G. The unifed modeling language reference manual. Second edition. Canadá: Copyright; 2004

31. [31] Pressman, R, Ingeniería del Software: Un enfoque práctico, McGraw Hill 1997. Pressman, R. S. (2006) ”Engenharia de Software”. Makron Books. 6ª Edición cap 7.

32. [32] Davis A, Dieste O, Hickey A, Juristo N, Moreno AM. Effectiveness of Requeriments Elicitation Techniques: Epirical Results derived from a Systematic review. [internet] [consultado 2013 Ago 25] Disonible en: http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1704061

33. [33] Marco para la selección de técnicas de educción de requisitos

34. [34] Kujala, S. (2002) “User Studies: A practical Approach to User Involvement for Gathering User Needs and Requirements”. PhD Thesis. Helsinki University of Technology, Department of Computer Science and Engineering, Espoo, Finland [1] en [66].

35. [35] IBM. ALM trends: requirements and the role or business anlysts. [internet] [consultado 2013 Ago 25] Disponible en: http://searchsoftwarequality.techtarget.com/ebook/Requirements-management-tools-and-the-changing-role-of-business-analysts

36. [36] Davis AM. 5-Notes on The Art of Requirements Triage by Alan M. Davis. [internet] [consultado 2013 Ago 25] Disponible en: http://www.cs.scranton.edu/~mccloske/courses/se507/davis_req_triage_notes.html

37. [37] Agile Manifesto (2001) Disponible en: http://agilemanifesto.org/iso/es/

38. [38] Dieste O, Juristo N, Shull F. Understing the Customer: What do we know about requirements elicitation? [internet] [consultado 2013 Ago 25] Disponible en: http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4455622

39. [39] Tavassoli D. Ten steps to better Requirements Management [internet] [consultado 2013 Ago 25] Disponible en: http://dc318.4shared.com/doc/pW_CfB3P/preview.html

40. [40] Landreani NF. Métodos cuantitativos versus métodos cualitativos: Un falso dilema* Management [internet]. [consultado 2013 Ago 25]. Disponible en: http://www.revistacdyt.uner.edu.ar/articulos/descargas/cdt25_landreani.pdf

41. [41] Lázaro M, Mar1234cos E, Vegas S. Experiencias en integración de métodos cualitativos y cuantitativos. [internet]. [consultado 2013 Ago 25]. Disponible en: https://mailattachment.googleusercontent.com/attachment/?ui=2&ik=234fd0ea8e&view=att&th=140b30f118fa55c5&attid=0.11&disp=inline&realattid=f_hkrkch5110&safe=1&zw&saduie=AG9B_P9iL5pN4d0pCOoxS18YVyxY&sadet=1377483028417&sads=3W_MwTWJMQlvmCEXMIS1eA6FDX4

42. [42] Ian Sommerville y Sawyer Pete, Ingeniería de Requisitos: Una Guía de Buenas Prácticas (Wiley, 1997).

43. [43] Potts, C "The Other Interface: Specifying and visualizing computer systems", in G. Van der Veer, T. Green, J.-M. Hoc and D. Murray (eds.) Working with Computers:Theory versus outcome, Academic Press, 1988.

44. [44] Manies M, Nikual U. La elicitación de requisitos en el contexto de un proyecto Software. Ing.USBMed [internet]. 2011; 2: 25-29 [consultado 2013 Ago 25]. Disponible en: http://web.usbmed.edu.co/usbmed/fing/v2n2/v2n2a4.pdf

45. [45] http://www.inviertaencolombia.com.co/informacion-regional/medellin.html proexport Colombia

46. [46] Pressman, R. Ingeniería del Software. Un enfoque práctico, McGraw-Hill Interamericana, Madrid, España, 2002, p. 48.

47. [47] Richardson, R. J. (1999) "*Pesquisa Social: Métodos e Técnicas*". ISBN 85-224-2111-0. Sao Paulo: Atlas.

48. [48] Flick, U. (2004) "*An Introduction to Qualitative Research*". Second Edition, Bookman Editora.

49. [49] Richardson, I. and Wangenheim, C. (2007) "*Why Are Small software Organizations Different?*" IEEE Software, January/February.

50. [50] Pino FJ, García F, Piattini M, Oktaba H. Revisión sistemática de mejora se procesos Software en pequeñas y medianas empresas de software. COMPETISOFT [internet]. 2006; 0.2 [consultado 2013 Ago 25]. Disponible en: http://alarcos.inf-cr.uclm.es/competisoft/publico/downloads/Inf_T%C3%A9cnicos/COMPETISOFT_IT_1.pdf

51. [51] Botero NE. Faltan ingenieros y programadores bilingües. [internet]. [consultado 2013 Ago 25]. Disponible en: http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/F/faltan_ingenieros_y_programadores_biling%C3%BCes/faltan_ingenieros_y_programadores_biling%C3%BCes.asp

52. [52] Pereira Davila R. 10 formas de motivar a sus empleados. [internet]. [consultado 2013 Ago 25]. Disponible en: http://www.microsoft.com/business/es-es/Content/Paginas/article.aspx?cbcid=266

53. [53] INTECO – Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación. Guía avanzada de gestión de requisitos. [internet]. [consultado 2013 Ago 25]. Disponible en: http://www.pymesonline.com/uploads/tx_icticontent/R02638_gestioncontratos.pdf.

54. [54] Callaos, N. y Callaos, B., "Designing with Systemic Total Quality", in International Conference on Information Systems, N. Callaos and B. Sánchez (eds.), International Institute of Informatics and Systemics, Orlando, 1996, pp. 548-560.

55. Nada

56. [56] Standish Group International (2011) – www.standishgroup.com. Last Access Engineering". 3rd Conference for the Promotion of Research in IT at New Universities and University Colleges in Sweden.

57. [57] Cohn M. agile succeeds three times more often than waterfall. [internet]. [consultado 2013 Ago 25]. Disponible en: http://www.mountaingoatsoftware.com/blog/agile-succeeds-three-times-more-often-than-waterfall

58. [58] Definición Tamaño Empresarial Micro, Pequeña, Mediana o Grande http://www.mipymes.gov.co/publicaciones.php?id=2761&dPrint=1

59. [59] Guide to the software engineerind body of knowledge. Swebok. IEEE (version 2004) http://ocw.unican.es/ensenanzas-tecnicas/ingenieria-del-software-i/otros-recursos-1/SWEBOK_Guide_2004.pdf

60. [60] An Introductory Overview of ITIL V3. ITSMF [internet] 2007 [consultado 2013 Ago 25]. Disponible en: http://www.best-management-practice.com/gempdf/itsmf_an_introductory_overview_of_itil_v3.pdf.

61. [61] ISO 2001. Guía sobre los requisitos de la documentación ISO 9000:2000. [internet]. [consultado 2013 Ago 25]. Disponible en: http://www.iie.org.mx/bolISO02/tecni2.pdf

62. [62] Martínez Carod N. Priorización de requerimientos de software utilizando una estrategia cognitiva. [internet]. [consultado 2013 Ago 25]. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/20793/Documento_completo.pdf?sequence=1

63. [63] Leffingwell D, Widrig D. Managing Software Requeriments: A Use Case Approach, Second edition. Boston, USA; Addison – Wesley Professional, 2003

64. [64] Cysneiros LM, Benjamin Wemeck VM. An initial analysis on how software transparency and trust influence each other. [internet]. [consultado 2013 Ago 25]. Disponible en: http://www.inf.puc-rio.br/~wer/WERpapers/artigos/artigos_WER09/cysneiros.pdf

65. [65] IEEE (1998). "IEEE Recommended practice for software requirementents secifications". [internet]. [consultado 2013 Ago 25]. Disponible en: http://www.math.uaa.alaska.edu/~afkjm/cs401/IEEE830.pdf.

66. [66] Alves, C., Pereira S., Valença, G., Pimentel, J. and Andrade, R. V. C. L. (2007) "Preliminary Results from an Empirical Study in Market-Driven Software Companies". 10th Workshop of Requirements Engineering.