



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS E INFORMÁTICA

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO EN SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**TEMA: ESTUDIO EMPÍRICO PARA DETERMINAR LOS
PROBLEMAS ENTORNO A LA INGENIERÍA DE REQUISITOS
EN LAS EMPRESAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE EN EL
ECUADOR**

**AUTORES: CANDADO VILLACÍS, LAURA VANESSA,
TORRES MERINO, ROMEL ALEXANDER**

DIRECTORA: ING. HINOJOSA RAZA, CECILIA MILENA

SANGOLQUÍ, ENERO 2018

CERTIFICADO



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS E INFORMÁTICA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “**ESTUDIO EMPÍRICO PARA DETERMINAR LOS PROBLEMAS ENTORNO A LA INGENIERÍA DE REQUISITOS EN LAS EMPRESAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE EN EL ECUADOR**” realizado por los señores **LAURA VANESSA CANDADO VILLACÍS** y **ROMEL ALEXANDER TORRES MERINO**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarles y autorizarles a los señores **LAURA VANESSA CANDADO VILLACÍS** y **ROMEL ALEXANDER TORRES MERINO** para que lo sustenten públicamente.

Sangolquí, 02 de febrero del 2018

Ing. Cecilia Hinojosa

DIRECTORA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS E INFORMÁTICA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **CANDADO VILLACÍS LAURA VANESSA** con cédula de identidad N°171663660-8, y **TORRES MERINO ROMEL ALEXANDER** con cédula de identidad N°172017322-6 declaramos que este trabajo de titulación “**ESTUDIO EMPÍRICO PARA DETERMINAR LOS PROBLEMAS ENTORNO A LA INGENIERÍA DE REQUISITOS EN LAS EMPRESAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE EN EL ECUADOR**” ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Sangolquí, 02 de febrero del 2018

CANDADO VILLACÍS LAURA
VANESSA
C.C. 1716636608

TORRES MERINO ROMEL
ALEXANDER
C.C. 1720173226

AUTORIZACIÓN



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS E INFORMÁTICA

AUTORIZACIÓN

Nosotros, **CANDADO VILLACÍS LAURA VANESSA** y **TORRES MERINO ROMEL ALEXANDER**, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación **“ESTUDIO EMPÍRICO PARA DETERMINAR LOS PROBLEMAS ENTORNO A LA INGENIERÍA DE REQUISITOS EN LAS EMPRESAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE EN EL ECUADOR”** cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra autoría y responsabilidad.

Sangolquí, 02 de febrero del 2018

CANDADO VILLACÍS LAURA
VANESSA
C.C. 1716636608

TORRES MERINO ROMEL
ALEXANDER
C.C. 1720173226

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedicamos a Dios, que con su guía celestial nos ha permitido cumplir nuestros objetivos y nos ha enseñado a encarar las adversidades sin desfallecer en el intento.

A nuestros padres que son los pilares fundamentales de nuestras vidas, que con su apoyo y consejos nos han motivado para cumplir con nuestros ideales; y quienes han estado presentes en los momentos difíciles y de alegría.

A nuestros amigos quienes con su apoyo y palabras de aliento nos han impulsado a culminar la formación universitaria. A nuestro compañero de tesis que con su permanente apoyo y comprensión ha permitido alcanzar nuestro objetivo tan deseado.

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer primero a Dios, por habernos brindado la sabiduría y fortaleza necesaria para culminar con éxito nuestra carrera universitaria, y nos ha permitido superar y afrontar las adversidades que se nos han presentado.

A nuestros padres y hermanos que son nuestros eternos consejeros, quienes con su gran amor, apoyo incondicional y paciencia nos guiaron por el camino del bien y nos enseñaron a luchar por nuestros objetivos.

A los Ingenieros Cecilia Hinojosa y Efraín Fonseca, quienes con su guía y dedicación nos impartieron el conocimiento y facilitaron el tiempo necesario para culminar el proyecto de titulación.

A nuestros amigos y confidentes con los que hemos compartido grandiosos e inolvidables momentos y que han sido una gran compañía para lograr esta meta.

Finalmente, a todas aquellas personas que de una u otra forma han contribuido a que este sueño se haga realidad.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICADO	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
RESUMEN	xx
ABSTRACT	xxi
ACRÓNIMOS	xxii
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 PROBLEMÁTICA	3
1.3 JUSTIFICACIÓN	3
1.4 OBJETIVOS	4
1.5 ALCANCE	5
1.6 HIPÓTESIS	6
CAPÍTULO II	7
MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE	7
2.1. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES	7
2.1.1. Red de categorías.....	7
2.2. MÉTODO CIENTÍFICO EN LA INGENIERÍA DE SOFTWARE	8
2.3. INGENIERÍA DE SOFTWARE EMPÍRICA	8

2.3.1.	Encuesta.....	9
2.4.	INGENIERÍA DE SOFTWARE.....	9
2.4.1.	Proceso de la ingeniería de software.....	10
2.5.	INGENIERÍA DE REQUISITOS.....	11
2.5.1.	Requisitos.....	12
2.5.1.1.	Características de los requisitos.....	13
2.5.1.2.	Clasificación de los requisitos.....	14
2.6.	PROCESO DE LA INGENIERÍA DE REQUISITOS.....	15
2.6.1.	Elicitación de requisitos.....	17
2.6.1.1.	Identificar las fuentes pertinentes.....	17
2.6.1.2.	Desarrollo de requisitos nuevos e innovadores.....	19
2.6.1.3.	Técnicas de elicitación.....	20
2.6.2.	Documentación de requisitos.....	21
2.6.2.1.	Características de la documentación de requisitos.....	22
2.6.2.2.	Estructura estándar para la documentación.....	24
2.6.2.3.	Técnicas de documentación.....	24
2.6.3.	Negociación de requisitos.....	25
2.6.3.1.	Identificar conflictos.....	25
2.6.3.2.	Analizar Conflictos.....	25
2.6.3.3.	Resolver conflictos.....	26
2.6.3.4.	Documentar la resolución del conflicto.....	26
2.6.4.	Validación de requisitos.....	27
2.6.4.1.	Principios de Validación de Requisitos.....	27
2.6.4.2.	Actividades de la validación de requisitos.....	28
2.6.4.3.	Técnicas de validación.....	29
2.6.5.	Gestión de requisitos.....	29

2.6.5.1. Actividades de la gestión de requisitos.....	30
2.7. TÉCNICAS EN LA INGENIERÍA DE REQUISITOS.....	33
2.7.1. Técnicas de elicitación.....	34
2.7.1.1. Entrevistas.....	34
2.7.1.2. Taller.....	35
2.7.1.3. Grupo de enfoque.....	35
2.7.1.4. Observación.....	35
2.7.1.5. Encuestas.....	36
2.7.1.6. Prototipos de exploración.....	36
2.7.1.7. Técnicas de asistencia para elicitación.....	36
2.7.2. Técnicas de documentación.....	37
2.7.2.1. Documentación de requisitos utilizando lenguaje natural.....	37
2.7.2.2. Documentación de requisitos utilizando modelos conceptuales.....	37
2.7.2.3. Documentos de requisitos híbridos.....	38
2.7.3. Técnicas de validación.....	38
2.7.3.1. Inspecciones.....	38
2.7.3.2. Control Documental.....	38
2.7.3.3. Tutoriales.....	38
2.7.3.4. Construcción de Prototipos.....	39
2.8. ESTADO DEL ARTE.....	39
2.8.1. Características del estado del arte.....	46
CAPÍTULO III.....	47
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	47
3.1 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.....	47
3.1.1 Metodología de métodos mixtos.....	47
3.1.1.1 Investigación exploratoria.....	50

	x
3.1.1.2 Método inductivo.....	50
CAPÍTULO IV.....	51
NAPIRE.....	51
4.1 INTRODUCCIÓN A NAPIRE.....	51
4.2 DESCRIPCIÓN DE LA ENCUESTA NAPIRE.....	52
4.3 ENCUESTA NAPIRE EN ECUADOR.....	57
CAPÍTULO V.....	58
CARACTERIZACIÓN DE LAS EMPRESAS DE SOFTWARE EN EL ECUADOR.....	58
5.1 ESTRATEGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS CON FUENTES PRIMARIAS.....	58
5.2 FASES PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR SOFTWARE.....	58
5.2.1 Planificación.....	58
5.2.2 Procesamiento de datos.....	59
5.2.3 Organización y análisis de datos.....	59
5.3 LA INDUSTRIA SOFTWARE DEL ECUADOR.....	60
5.3.1 Inscripción de empresas por período (1977-Septiembre 2017).....	64
5.3.2 Número de empresas activas por provincia (1997-Septiembre 2017).....	66
5.3.3 Ventas netas locales por CIU (2016).....	67
5.3.1.1. Ventas netas locales por provincia (2016).....	69
5.3.4 Ingresos por CIUs (2016).....	71
5.3.5 Comercio del sector software (1997 - 2017).....	73
5.4 SECTOR DE DESARROLLO DE SOFTWARE.....	74
5.4.1 Número de empresas activas por provincia del CIU J6201.....	75
5.4.2 Regionalización.....	76
5.3.1.2. Empresas activas – Costa.....	77
5.3.1.3. Empresas activas – Sierra.....	78

5.3.1.4. Empresas activas – Oriente.....	79
5.4.3 Número de empresas por fecha de constitución.....	80
5.4.4 Tipo de compañía.....	81
5.4.5 Datos financieros del CIIU 6201.01.....	82
5.4.6 Resumen global de la caracterización.....	82
CAPÍTULO VI.....	84
APLICACIÓN DE LA ENCUESTA Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	84
6.1 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	84
6.2 ACTIVIDADES PARA LA EJECUCIÓN DE LA ENCUESTA.....	84
6.3 PROCESAMIENTO DE LOS DATOS.....	85
6.4 ATRIBUTOS DE LAS EMPRESAS ENCUESTADAS.....	86
6.4.1 Ubicación.....	86
6.4.2 Tamaño del equipo de proyecto.....	87
6.4.3 Información general.....	88
6.4.4 Clase de sistema o servicio.....	90
6.4.5 Atributos de calidad en el proyecto de desarrollo.....	91
6.4.6 Distribución del proyecto.....	93
6.4.7 Rol principal dentro del proyecto.....	94
6.4.8 Años de experiencia industrial.....	96
6.4.9 Certificación.....	97
6.4.10 Rol organizativo.....	99
6.4.11 Metodología empleada.....	100
6.4.12 Relación cliente-proyecto.....	101
6.4.12.1. Razones para la relación particularmente mala.....	102
6.4.12.2 Razones para la relación particularmente buena.....	105
6.5 ELICITACIÓN DE REQUISITOS.....	109

6.5.1	Levantamiento de requisitos.....	109
6.5.2	Técnicas para la elicitación de requisitos.....	110
6.5.3	Responsabilidad de capturar requisitos.....	112
6.6	DOCUMENTACIÓN DE REQUISITOS.....	113
6.6.1	Nivel de granularidad de documentación de requisitos.....	113
6.6.2	Cómo utiliza los requisitos documentados.....	114
6.6.3	Información explícita de la documentación de requisitos.....	116
6.6.4	Cómo documenta los requisitos.....	117
6.6.5	Requisitos no funcionales considerados explícitamente en la documentación de requisitos.....	119
6.7	VALIDACIÓN DE REQUISITOS.....	122
6.7.1	Forma de verificar los requisitos.....	122
6.7.2	Alineación de las pruebas de software con los requisitos.....	123
6.8	GESTIÓN DE REQUISITOS.....	124
6.8.1	Cambios de los requisitos después del lanzamiento.....	124
6.9	PROBLEMAS CONCEBIDOS, CAUSAS Y EFECTOS.....	126
6.9.1	Nivel de satisfacción de la Ingeniería de Requisitos.....	126
6.9.2	Satisfacción en la forma de realizar la ingeniería de requisitos.....	127
6.9.3	Insatisfacción en la forma que realiza la Ingeniería de Requisitos.....	132
6.9.4	Consecuencias de la ingeniería de requisitos satisfactoria.....	133
6.9.5	Consecuencias de la ingeniería de requisitos insatisfactoria.....	137
6.9.6	Soluciones para estar satisfechos con la Ingeniería de Requisitos.....	138
6.9.7	Cambios en la ingeniería de requisitos para hacerla satisfactoria.....	141
6.9.8	Problemas presentados.....	142
6.9.9	Ranking de los problemas críticos experimentados en la ingeniería de requisitos, causas e implicaciones.....	162
6.9.10	Otros problemas.....	167

6.10	RESUMEN DE RESULTADOS.....	168
6.11	PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	171
6.12	CONTRASTACIÓN DE LOS PROBLEMAS DE LA IR DE ECUADOR CON ARGENTINA Y BRAZIL.....	175
6.13	LECCIONES APRENDIDAS.....	178
CAPÍTULO VII.....		180
CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....		180
7.1	CONCLUSIONES.....	180
7.2	RECOMENDACIONES.....	182
7.3	TRABAJOS FUTUROS.....	183
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		184

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Formas de escribir una especificación de requisito del sistema</i>	23
Tabla 2 <i>Tipos de atributos usados frecuentemente</i>	30
Tabla 3 <i>Técnicas que se utilizan en la ingeniería de requisitos</i>	33
Tabla 4 <i>Actividades realizadas en la metodología de métodos mixtos</i>	48
Tabla 5 <i>Listado de países miembros de la red NaPiRE</i>	51
Tabla 6 <i>Preguntas correspondientes a la encuesta</i>	54
Tabla 7 <i>Descripción de los códigos CIU</i>	61
Tabla 8 <i>Creación de empresas 1977 – Septiembre 2017</i>	63
Tabla 9 <i>Inscripción de empresas por período (1977-Septiembre 2017)</i>	65
Tabla 10 <i>Número de empresas activas por provincia (1997-Septiembre 2017)</i>	66
Tabla 11 <i>Ventas netas locales por CIU (2016)</i>	68
Tabla 12 <i>Ventas netas locales por provincia (2016)</i>	70
Tabla 13 <i>Ingresos por CIUs (2016)</i>	71
Tabla 14 <i>Descripción de los códigos CIU escogidos</i>	74
Tabla 15 <i>Número de empresas activas por provincia</i>	75
Tabla 16 <i>Empresas activas - Regiones</i>	76
Tabla 17 <i>Empresas activas - Costa</i>	77
Tabla 18 <i>Empresas activas - Sierra</i>	78
Tabla 19 <i>Empresas activas - Oriente</i>	80
Tabla 20 <i>Número de empresas activas por año de inicio de actividades</i>	81
Tabla 21 <i>Número de empresas por tipo de compañía</i>	82
Tabla 22 <i>Valor de ventas por CIU (2016)</i>	82
Tabla 23 <i>Porcentaje de personas encuestadas por provincia</i>	87
Tabla 24 <i>Tamaño del equipo del proyecto, por intervalos</i>	88
Tabla 25 <i>Sector principal al que se enfoca el proyecto</i>	89
Tabla 26 <i>Clase del sistema que desarrollan</i>	90
Tabla 27 <i>Existen atributos de suma importancia para el proyecto que participa</i>	91
Tabla 28 <i>Porcentajes de atributos de calidad</i>	92
Tabla 29 <i>Distribución del proyecto</i>	93
Tabla 30 <i>Rol principal del encuestado en el proyecto</i>	95
Tabla 31 <i>Cantidad de años de experiencia industrial por periodo</i>	96

Tabla 32 <i>Personas certificadas en su rol</i>	97
Tabla 33 <i>Tipos de certificados que tienen los encuestados</i>	98
Tabla 34 <i>Rol organizativo</i>	99
Tabla 35. <i>Metodología empleada</i>	100
Tabla 36 <i>Relación cliente - proyecto</i>	102
Tabla 37 <i>Razones de la relación particularmente mala cliente-proyecto</i>	103
Tabla 38 <i>Razones de la relación buena entre el cliente-proyecto</i>	105
Tabla 39 <i>Como realizan levantamiento de Requisitos</i>	109
Tabla 40 <i>Técnicas de elicitación de requisitos</i>	111
Tabla 41 <i>Responsable de la elicitación</i>	112
Tabla 42 <i>Nivel de granularidad de documentación de requisitos</i>	113
Tabla 43 <i>Forma de usar requisitos documentados</i>	115
Tabla 44 <i>Tipo de información detallada en el documento de requisitos</i>	116
Tabla 45 <i>Formas de documentar</i>	118
Tabla 46 <i>Requisitos no funcionales documentados</i>	120
Tabla 47 <i>Comparación de preguntas sobre los atributos de calidad</i>	121
Tabla 48 <i>Formas de verificar los requisitos</i>	122
Tabla 49 <i>Formas de alineación de la pruebas de software con los requisitos</i>	123
Tabla 50 <i>Trabajo con requisitos después de un lanzamiento</i>	125
Tabla 51 <i>Nivel de satisfacción</i>	126
Tabla 52 <i>Cifras de personas que contestaron la pregunta de satisfacción</i>	127
Tabla 53 <i>Razones de satisfacción sobre el proceso de IR</i>	128
Tabla 54 <i>Cifras de personas que contestaron la pregunta de insatisfacción</i>	132
Tabla 55 <i>Razones por la insatisfacción en la forma que realiza IR</i>	133
Tabla 56 <i>Consecuencias de la IR satisfactoria</i>	134
Tabla 57 <i>Porcentaje de personas que indicaron las consecuencias</i>	137
Tabla 58 <i>Consecuencias de la ingeniería de requisitos insatisfactoria</i>	138
Tabla 59 <i>Porcentaje de personas que tuvieron dificultad</i>	139
Tabla 60 <i>Soluciones para obtener una IR satisfactoria</i>	139
Tabla 61 <i>Cambios en la ingeniería de requisitos para hacerla satisfactoria</i>	141
Tabla 62 <i>Cifras de fallas de comunicación dentro del equipo</i>	143
Tabla 63 <i>Cifras de fallas de comunicación entre el proyecto y el cliente</i>	144

Tabla 64 <i>Cifras de problemas de terminología</i>	144
Tabla 65 <i>Cifras de requisitos incompletos u ocultos</i>	145
Tabla 66 <i>Cifras de soporte insuficiente por parte del responsable del proyecto</i> ...	146
Tabla 67 <i>Cifras de soporte insuficiente por parte del cliente</i>	147
Tabla 68 <i>Cifras del problema entre las partes interesadas para separar los requisitos de los diseños de solución</i>	148
Tabla 69 <i>Cifras de requisitos inconsistentes</i>	149
Tabla 70 <i>Cifras de carencia de trazabilidad</i>	150
Tabla 71 <i>Cifras de moving targets</i>	151
Tabla 72 <i>Gold Plating</i>	152
Tabla 73 <i>Cifras del poco acceso a las necesidades del cliente y / información del negocio</i>	153
Tabla 74 <i>Cifras del bajo conocimiento sobre el dominio de la aplicación del cliente</i>	154
Tabla 75 <i>Cifras de la relación inadecuada entre el cliente y el líder de proyecto</i> .	155
Tabla 76 <i>Cifras de Time Boxing</i>	156
Tabla 77 <i>Cifras de la discrepancia de innovación y de aceptación formal de los requisitos</i>	157
Tabla 78 <i>Cifras de los requisitos técnicamente inviables</i>	158
Tabla 79 <i>Cifras de los requisitos subespecificados</i>	159
Tabla 80 <i>Cifras de los requisitos no funcionales poco claros</i>	160
Tabla 81 <i>Cifras del dominio comercial volátil del cliente</i>	161
Tabla 82 <i>Problemas, causas e implicaciones</i>	164
Tabla 83 <i>Otros problemas</i>	167
Tabla 84 <i>Problemas de IR en Latinoamérica</i>	177

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Red de categorías de las variables de investigación	7
Figura 2 Capas de la ingeniería de software	10
Figura 3 Clasificación de los requisitos no funcionales.....	15
Figura 4 Actividades principales del proceso de ingeniería de requisitos	16
Figura 5 Identificación de fuentes relevantes	18
Figura 6 Fuentes de requisitos existentes.....	19
Figura 7 El proceso de adquisición y análisis de requisitos.....	19
Figura 8 Proceso de descubrimiento de requisitos.....	20
Figura 9 Documentos de la fase de especificación de requisitos.....	22
Figura 10 Actividades de validación de requisitos	28
Figura 11 Trazabilidad de requisitos.....	31
Figura 12 Versiones de requisitos.....	31
Figura 13 Método para gestionar solicitudes de cambio	32
Figura 14 Actividades del mapeo sistemático de literatura reducido	40
Figura 15 Mapamundi con los países miembros de NaPiRE.....	52
Figura 16 Creación de empresas	63
Figura 17 Fecha de inscripción	66
Figura 18 Número de empresas activas en las principales provincias.....	67
Figura 19 Ventas netas locales por CIU – 2016	69
Figura 20 Ventas netas locales CIU: J620101	70
Figura 21 Ventas net.as locales CIU: J620901	71
Figura 22 Ingreso por CIUs (2016)	73
Figura 23 Comercio del sector software (1997 - 2017)	74
Figura 24 Empresas activas – Regiones.....	77
Figura 25 Empresas activas – Costa	78
Figura 26 Empresas activas – Sierra.....	79
Figura 27 Empresas activas - Oriente	80
Figura 28 Empresas por año de inscripción al RUC.....	81
Figura 29 Porcentaje de empresas por provincia	87
Figura 30 Tamaño del equipo del proyecto, por intervalos	88

Figura 31 Sector principal al que se enfoca el proyecto	90
Figura 32 Clase de sistema que desarrollan	91
Figura 33 Porcentajes de atributos de calidad.....	93
Figura 34 Distribución del proyecto	94
Figura 35 Rol principal del encuestado en el proyecto.....	95
Figura 36 Porcentaje de años de experiencia industrial por periodo	96
Figura 37 Porcentaje de personas certificadas	97
Figura 38 Tipos de certificados que tienen los encuestados	99
Figura 39 Rol organizativo	100
Figura 40 Tipo de metodología empleada.....	101
Figura 41 Relación cliente - proyecto	102
Figura 42 Categorías de la mala relación cliente-proyecto.....	105
Figura 43 Categorización de la relación buena entre el cliente-proyecto	108
Figura 44 Como realizan la elicitación de requisitos.....	110
Figura 45 Técnicas de elicitación de requisitos	111
Figura 46 Porcentaje del responsable de la elicitación	113
Figura 47 Nivel de granularidad de documentación de requisitos.....	114
Figura 48 Forma de usar requisitos documentados.....	115
Figura 49 Tipo de información detallada en el documento de requisitos	117
Figura 50 Formas de documentar.....	118
Figura 51 Requisitos funcionales documentados.....	121
Figura 52 Porcentaje de uso de técnicas de validación.....	123
Figura 53 Formas de alineación de la pruebas de software con los requisitos	124
Figura 54 Trabajo con requisitos después de un lanzamiento	125
Figura 55 Nivel de satisfacción.....	127
Figura 56 Razones de satisfacción sobre el proceso de IR	132
Figura 57 Razones por la insatisfacción en la forma que realiza IR.....	133
Figura 58 Consecuencias de la IR satisfactoria	137
Figura 59 Consecuencias de la ingeniería de requisitos insatisfactoria	138
Figura 60 Porcentaje de cada categoría de solución para una IR satisfactoria	141
Figura 61 Cambios en la ingeniería de requisitos para hacerla satisfactoria	142
Figura 62 Porcentajes de fallas de comunicación dentro del equipo	143

Figura 63 Porcentajes de fallas de comunicación entre el proyecto y el cliente.....	144
Figura 64 Porcentajes de problemas de terminología	145
Figura 65 Porcentajes de requisitos incompletos u ocultos	146
Figura 66 Porcentajes de soporte insuficiente por parte del responsable del proyecto	147
Figura 67 Porcentajes de soporte insuficiente por parte del cliente.....	148
Figura 68 Porcentajes del problema entre las partes interesadas para separar los requisitos de los diseños de solución.....	149
Figura 69 Porcentaje de requisitos inconsistentes.....	150
Figura 70 Porcentajes de carencia de trazabilidad	151
Figura 71 Porcentajes de moving targets	152
Figura 72 Gold Plating.....	153
Figura 73 Cifras del poco acceso a las necesidades del cliente y / información del negocio	154
Figura 74 Cifras del bajo conocimiento sobre el dominio de la aplicación del cliente	155
Figura 75 Cifras de la relación inadecuada entre el cliente y el líder de proyecto .	156
Figura 76 Cifras de Time Boxing	157
Figura 77 Porcentaje de la discrepancia.....	158
Figura 78 Cifras de los requisitos técnicamente inviables.....	159
Figura 79 Cifras de los requisitos subespecificados	160
Figura 80 Cifras de los requisitos no funcionales poco claros.....	161
Figura 81 Cifras del dominio comercial volátil del cliente.....	162
Figura 82 Ranking de los problemas de la ingeniería de requisitos.....	163
Figura 83 Otros problemas.....	168
Figura 84 Árbol de problemas	172
Figura 85 Árbol de objetivos	173
Figura 86 Árbol de actividades	174
Figura 87 Contrastación de países	176
Figura 88 Criterio sobre el tamaño de la encuesta	178
Figura 89 Criterio de las empresas sobre el manejo de requisitos	179

RESUMEN

La ingeniería de requisitos es un factor importante que incide en el éxito de los proyectos de desarrollo de software, muchas organizaciones internacionales han sumado esfuerzos para estudiar la problemática que surgen en este ámbito. En el Ecuador, los profesionales de la informática enfrentan varios desafíos en relación al proceso de la ingeniería de requisitos, estas dificultades son similares a otros países. En Ecuador no existen investigaciones que aborden la temática planteada. A raíz de esto se realizó un estudio empírico con el objetivo de conocer la situación actual sobre las prácticas de la IR, los problemas causas e implicaciones comunes que afrontan las empresas de desarrollo de software en sus proyectos, este estudio se llevó a cabo a través de la aplicación de 90 encuestas bajo los lineamientos de NaPiRE, previamente se realizó la caracterización del sector con el fin de conocer la población y muestra significativa. Con los resultados obtenidos, se puede concluir que el principal problema que experimentan los especialistas en requisitos o los desarrolladores de software es la falta de comunicación entre todos los involucrados, consecuentemente se generan otros problemas en la IR como son la adquisición de requisitos incompletos u ocultos, que a su vez son ambiguos. Conociendo los problemas críticos se podrán establecer futuras investigaciones que indiquen propuestas de mitigación.

PALABRAS CLAVE:

- **PRÁCTICAS Y PROBLEMAS DE LA IR**
- **ESTUDIO EMPÍRICO**
- **ENCUESTA NAPIRE**
- **DESARROLLO DE SOFTWARE**
- **ECUADOR**

ABSTRACT

Requirements engineering is an important factor that affects the success of development software projects, many international organizations have joined efforts to study the problems that arise in this area. In Ecuador, computing professionals confront several challenges in relation to the process of requirements engineering, these difficulties are similar with other countries. In Ecuador, there are not investigations related to the topic raised. As a result of this we realize an empirical study carried out with the objective of knowing the current situation about the practices of the IR, problems, causes and common implications faced by the software development companies in their projects, this study was executed through of the application of 90 surveys according with the NaPiRE guidelines, previously we realize the characterization of the sector in order to know the population and significant sampling. With the results obtained, we can conclude that the main problem experimented by the requirements specialists or software developers is the lack of communication between all involved, consequently it generate other problems in the IR, such as the acquisition of incomplete or hidden requirements, which in turn are ambiguous. Knowing the critical problems will be able to establish future investigations that indicate proposals of mitigation.

KEYWORDS:

- **PRACTICES AND PROBLEMS OF RE**
- **EMPIRICAL STUDY**
- **NAPIRE SURVEY**
- **SOFTWARE DEVELOPMENT**
- **ECUADOR**

ACRÓNIMOS

IR	Ingeniería de Requisitos.
AEsoft	Asociación Ecuatoriana de Software.
NaPiRE	Naming the Pain in Requirements Engineering, red de investigación conformado por más de 25 de países la cual tiene como objetivo establecer una teoría general sobre las prácticas y problemas de la ingeniería de requisitos.
SUPERCIAS	Superintendencia de Compañías, valores y seguros.
SRI	Servicio de Rentas Internas.
CIU	Clasificación Industrial Internacional Uniforme adaptada para Ecuador.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Hoy en día, la tecnología desempeña un papel crucial en las actividades empresariales como artífice para obtener ventajas competitivas (Britto, Freitas, Mendes, & Usman, 2014). Debido a su importancia, surgen interrogantes entre los investigadores acerca de cómo obtener software de calidad y cómo evaluar la calidad del producto software. («Risk management in software development projects in Spain», s. f.) (Iwata, Nakashima, Anan, & Ishii, 2016).

La calidad en el ámbito de la ingeniería de software es considerada como un requisito vital, esencial para los negocios, una necesidad competitiva y una cuestión de supervivencia para la industria de software (Sowunmi & Misra, 2015) (Ouhbi, Idri, Fernández-Alemán, & Toval, 2013).

De acuerdo a Lewis y otros (Nadir, Streitferdt, & Burggraf, 2016) la calidad del software es “cumplir los requisitos y tener un alto grado de usabilidad”. En términos generales, la calidad de software se sustenta en el cumplimiento de los requisitos del usuario, la entrega a tiempo del producto y los costos involucrados que no hayan superado el presupuesto establecido (Pressman, 2010), como bien lo menciona Karl Wiegers "si no obtienes correctamente los requisitos, no importa lo bien que hagas cualquier otra cosa."

Un determinante crítico para incrementar la calidad, el rendimiento, la reducción de costos y la efectividad del proceso de desarrollo de software es la ingeniería de requisitos (IR) (Ouhbi, Idri, Fernández-Alemán, & Toval, 2013). La IR es una fase importante en la gestión del proyecto software, debido a que permite desarrollar un sistema sin ambigüedades mediante la validación y la administración de los requisitos (Presman, 2010).

En la actualidad existen varias organizaciones dedicadas a investigar sobre la gestión de proyectos software, una de ellas es The Standish Group, esta firma internacional realiza un informe anual denominado “Chaos Report”, en el cual muestra

el éxito o fracaso de los proyectos de software y los factores que inciden en dichos resultados (The Standish Group Report, 2014).

La investigación realizada en el año 2015 por Standish Group, indica que de los 50.000 proyectos software analizados en todo el mundo, únicamente el 29% son exitosos, mientras que los proyectos fallidos representan el 19%; y el 52% constituye el porcentaje de proyectos que han sufrido cambios debido a diversos factores como el exceso de costo, prolongación del tiempo establecido y el fracaso de las aplicaciones para proporcionar las especificaciones esperadas por los usuarios («Standish Group 2015 Chaos Report - Q&A with Jennifer Lynch», s. f.).

El mismo estudio de Standish Group indica que otro factor determinante es el tamaño del proyecto, ya que si éste es pequeño es más fácil de controlar, manejar, dirigir y, por tanto, más probable de conseguir el éxito deseado. Es por ello que el 62% de proyectos exitosos son pequeños («Standish Group 2015 Chaos Report - Q&A with Jennifer Lynch», s. f.). El Chaos Report indica que los principales factores de éxito de un proyecto de software son la participación del usuario y la declaración clara de los requisitos (The Standish Group Report, 2014). Por lo indicado anteriormente se puede inferir que la ingeniería de requisitos es una parte fundamental del proceso de desarrollo de un producto software que bien implementada impacta de manera positiva en la ejecución del proyecto.

Por otro lado, una organización que centra sus actividades en la ingeniería de requisitos es Naming the Pain in Requirements Engineering (NaPiRE) («NaPiRE - Naming the Pain in Requirements Engineering», s. f.), la cual mediante una familia de encuestas distribuidas mundialmente, proporciona una investigación a largo plazo del estado actual de las prácticas de ingeniería de requisitos, sus problemas y mitigaciones potenciales.

En Ecuador, el sector de desarrollo de software ha sido reconocido por el gobierno ecuatoriano como eje estratégico, el cual aporta con el cambio de la matriz productiva, mediante el fortalecimiento de la cadena de valor del sector software a través del Ministerio de Industrias y Productividad («Aesoft | Sitio oficial de la Asociación Ecuatoriana de Software», s. f.). Las empresas que se dedican exclusivamente al desarrollo de software se encuentran radicadas en las provincias con

mayor número de establecimientos económicos (Censo, 2010). Estas provincias son Pichincha con 52,55% de empresas de desarrollo de software, Guayas 33,79% y Azuay con 4,90% («Compañías por Actividad Económica - IBM Cognos Viewer», s. f. 2017).

1.2 PROBLEMÁTICA

Realizar un correcto proceso de ingeniería de requisitos podría contribuir al desarrollo de software de calidad que cumpla las necesidades solicitadas por el cliente. El informe de Chaos Report indica que la ingeniería de requisitos es uno de los factores de éxito en la ejecución de proyectos de software. A pesar de esto, existe un alto grado de proyectos de software fallidos, es por eso que tiene gran importancia conocer como las empresas que desarrollan software manejan las prácticas de IR y que problemas han encontrado a lo largo de su implementación.

En Ecuador la falta de estudios que diagnostiquen la situación actual de las prácticas y problemas de la ingeniería de requisitos en las empresas de desarrollo de software no han permitido el fortalecimiento del sector; consecuentemente resulta poco efectivo proponer mejoras en la industria de software. Adicionalmente, encontrar información completa, consistente y actualizada es un reto que permitirá conocer el estado de la práctica de la industria de desarrollo de software en el país.

Ante esta realidad el presente estudio realizará el diagnóstico previo de la situación actual de las prácticas y problemas de la ingeniería de requisitos en las empresas de desarrollo de software, mediante la implementación de la familia de encuestas NaPiRE.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Varios autores como Méndez, Fernández y Wagner entre otros, reconocen que la Ingeniería de Requisitos es un factor que permite el éxito y la calidad del software. Por otra parte existen normas como la 25040 que permite evaluar la calidad del producto software y la NTE INEN-ISO/IEC 25020 que propone un modelo de medición y guía para verificar si el sistema informático es de calidad («ISO 25040», s. f.).

No obstante, no se han encontrado estudios que indiquen las cifras sobre productos software de calidad en Ecuador, a su vez tampoco existen investigaciones que indiquen acerca de cómo se llevan a cabo las fases iniciales del desarrollo del aplicativo, únicamente existe un estudio en la provincia de Pichincha que aborda la temática de IR sus prácticas y problemas.

Ante esta realidad, este proyecto propone realizar el diagnóstico previo de la situación actual de las prácticas y problemas de la ingeniería de requisitos en las empresas de desarrollo de software, mediante un estudio empírico que permitirá a futuras investigaciones orientar acciones concretas de mejora referentes a la calidad del producto software. También se pretende realizar un estudio comparativo con los problemas identificados en las empresas de desarrollo de software en el Ecuador con los inconvenientes que afrontan las empresas en otros países, ya que se aplicará un patrón de encuesta que realiza la organización Internacional NaPiRE.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Realizar un estudio empírico para determinar los problemas entorno a la ingeniería de requisitos en las empresas de desarrollo de software en el Ecuador mediante la aplicación de una encuesta bajo los lineamientos de NaPiRE.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar el sector de desarrollo de software y tecnologías de la información en Ecuador.
- Identificar las prácticas del sector software de Ecuador en las diferentes etapas de la Ingeniería de Requisitos.
- Reportar los problemas, causas y efectos en torno a la Ingeniería de Requisitos en la industria de desarrollo de software de Ecuador.
- Proponer posibles soluciones a los problemas críticos encontrados de IR.

1.5 ALCANCE

El alcance del proyecto de investigación se delimitó a tres ámbitos. En el primer ámbito se estableció una red de categorías para sustentar las variables de investigación identificadas y para obtener la fundamentación científica del presente estudio.

Por otra parte, se realizó una revisión de la literatura en artículos científicos que manifiesten los problemas, causas y efectos de la IR en las empresas de desarrollo de software.

El segundo abordó un análisis del sector software y tecnologías de la información del Ecuador, para el efecto se analizaron los datos proporcionados por la Superintendencia de Compañías, el Servicio de Rentas Internas (SRI) y la Asociación Ecuatoriana de Software (AESOFT). Este estudio fue necesario debido a que se requería conocer la población y determinar una muestra significativa de empresas de desarrollo de software.

Finalmente se ejecutó la encuesta de NaPiRE, por consiguiente se realizó un procesamiento y análisis de los datos con la finalidad de reportar la situación actual de la IR en las empresas de desarrollo de software en Ecuador. Por último se propuso posibles soluciones a los problemas críticos encontrados.

Preguntas de investigación

Para delimitar y guiar el desarrollo de la presente tesis se plantearon las siguientes preguntas de investigación:

RQ1 ¿Cuáles son las características relevantes de las empresas de software en Ecuador?

RQ2 ¿Qué actividad económica es la más representativa de la industria de desarrollo de software en Ecuador?

RQ2 ¿Cuál es el proceso de ingeniería de requisitos que ejecutan las empresas de software en Ecuador?

RQ3 ¿Cuáles son las prácticas de la elicitación que aplican los profesionales en la industria del software del Ecuador?

RQ4 ¿Cuáles son las prácticas de la documentación que aplican los profesionales en la industria del software del Ecuador?

RQ5 ¿Cuáles son las prácticas de la validación que aplican los profesionales en la industria del software del Ecuador?

RQ6 ¿Cuáles son las prácticas de la gestión que aplican los profesionales en la industria del software del Ecuador?

RQ7 ¿Cuáles son los principales problemas que enfrenta la industria software en el Ecuador?

RQ8 ¿Cuáles son las causas que ocasionan estos problemas críticos identificados?

RQ9 ¿Cuáles son las implicaciones que generan los problemas críticos?

RQ10 ¿Cuáles son los problemas comunes que se identifican a nivel Latinoamérica en el ámbito de IR?

RQ11 ¿Qué actividades permiten mitigar los problemas críticos de IR encontrados en el estudio?

1.6 HIPÓTESIS

La aplicación de una encuesta a los profesionales de desarrollo de software permitirá identificar las prácticas y problemas comunes de la Ingeniería de Requisitos en la industria de software en Ecuador.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

Posterior a la formulación de la hipótesis que se ubica en la introducción, se indican las variables que están distribuidas de la siguiente manera:

2.1. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES.

- **Variable independiente:** La Encuesta de NaPiRE
- **Variable dependiente:** las prácticas y problemas de la IR de las empresas de software en Ecuador

2.1.1. Red de categorías.

Con la identificación de las variables de investigación se estableció una red con las principales categorías, con el objetivo de fundamentar el marco teórico y obtener una comprensión científica del presente estudio. Un esquema de la red de categoría se detalla en la Figura 1:

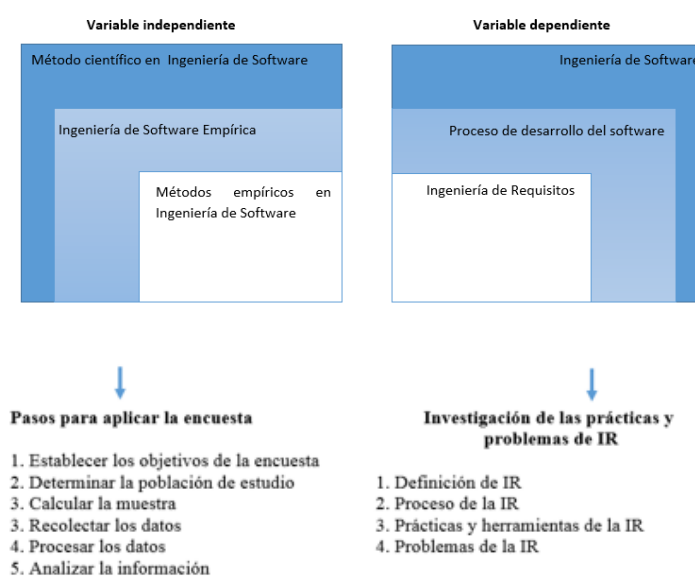


Figura 1 Red de categorías de las variables de investigación

2.2. MÉTODO CIENTÍFICO EN LA INGENIERÍA DE SOFTWARE

En la investigación existen tres tipos de razonamiento para llegar a un enunciado no verificado, estos son: la deducción, la inducción y abducción. Conociendo que la experimentación permite un aprendizaje dirigido para probar modelos con la finalidad de mejorar hipótesis antiguas y establecer nuevas suposiciones. La ingeniería de software, tiene como principal enfoque mejorar el cómo se desarrolla el producto software, la implicación de utilizar una determinada herramienta buscando la mejora continua de los sectores que involucran la industria de software. Conociendo que hay que siempre aprender y la intuición no es siempre la mejor opción (Fonseca, 2016).

2.3. INGENIERÍA DE SOFTWARE EMPÍRICA

La ingeniería de software empírica tiene como objetivo aplicar teorías y métodos empíricos para medir, comprender y mejorar el proceso de desarrollo de software (Alves, Machado, & Ribeiro, 2012). En términos generales, una investigación empírica es un proceso amplio que busca descubrir algo desconocido o validar una hipótesis que se pueda transformar en una ley válida (De Lucia, Ferrucci, Tortora & Tucci, 2008).

La experimentación ha permitido a la ciencia y la tecnología obtener conocimientos válidos mediante la evidencia para contrastar con hechos las hipótesis que provienen de la teoría, por lo tanto la experimentación en la ingeniería de Software permitirá la comprensión e identificación de las variables que intervienen en el desarrollo del sistema y las diversas conexiones que existen entre variables (Jedlitschka, 2004).

Debido a que la ingeniería de software es una disciplina relativamente joven, enfrenta varios desafíos ya que actualmente solo se realizan propuestas teóricas, las cuales requieren previamente pasar por una verificación que permita refutar o validar con hechos las creencias y prácticas que se realizan para desarrollar software. Pfleeger afirma que experimentar durante el proceso de desarrollo de software permite

aumentar la comprensión de lo que hace al software bueno y cómo hacer que el software cumpla con el propósito deseado (Pfleeger, 1999). La ingeniería de software empírica utiliza varias técnicas, entre ellas podemos mencionar los experimentos, estudios de caso y las encuestas.

2.3.1. Encuesta.

Es una técnica ampliamente utilizada, ya que permite conseguir información importante de procesos, personas y contextos de forma clara y eficaz. Kitchenham y Pfleeger afirman que la investigación basada en encuestas no es una opción fácil, debido a que requiere tiempo y esfuerzo para crear, validar y administrar este instrumento. Esta técnica recopila información para describir, comparar o explicar actitudes y comportamiento de una determinada problemática (Kitchenham & Pfleeger, 2008).

2.4. INGENIERÍA DE SOFTWARE

La ingeniería de software es un proceso que incorpora un conjunto de métodos y herramientas que permiten a los profesionales construir sistemas software complejos de alta calidad y en un tiempo razonable. Para ello es necesario entender el problema antes de desarrollar una aplicación de software y así será más fácil proporcionar el mantenimiento al sistema si se lo requiere (Pressman, 2010).

Naur afirma que la ingeniería de software es la responsable de establecer las normas y principios necesarios en la ingeniería, de manera que permita desarrollar un producto software en forma económica y que a su vez sea confiable (Pressman, 2010). No obstante esta definición no incorpora la calidad del producto software ni la satisfacción del usuario final.

Por otra parte la IEEE ya incorpora más elementos a su definición, indica que “la ingeniería de software es el estudio y la aplicación de un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable al desarrollo, operación y mantenimiento de software; es decir, la aplicación de la ingeniería al software” (Pressman, 2010).

La ingeniería de software es una tecnología de varias capas (Pressman, 2010). En la Figura 2 se distingue estas capas, la cual indica que la intención de la ingeniería de software es tener un compromiso organizacional con la calidad y busca alimentar la cultura de mejora continua. La capa de procesos es el principal fundamento para la ingeniería de software debido a que permite el desarrollo racional y oportuno del sistema informático, formando la base para el control de la administración de proyectos de software.

Los métodos proporcionan la experiencia técnica para elaborar software, mientras que las herramientas de la ingeniería de software permiten automatizar un proceso mediante métodos incorporados (Pressman, 2010).

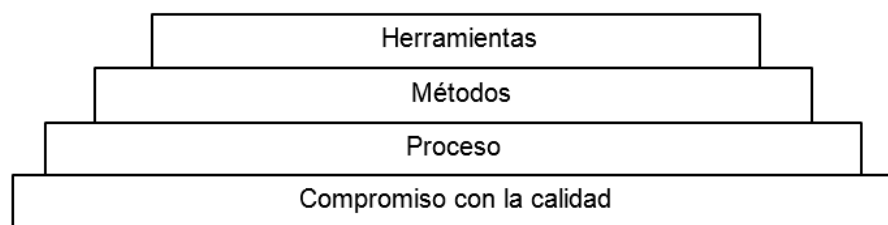


Figura 2 Capas de la ingeniería de software

Fuente: Modificado de (Pressman, 2010)

2.4.1. Proceso de la ingeniería de software.

En el contexto de la ingeniería de software, un proceso es una sucesión de actividades, y tareas que se realizan para crear un producto o un sistema software. El proceso de la ingeniería de software es un enfoque adaptable que busca siempre entregar el producto solicitado, en forma oportuna y con calidad suficiente para satisfacer las necesidades de los clientes quienes patrocinaron su creación (Pressman, 2010).

Existen varias propuestas acerca de cómo realizar el proceso de ingeniería de software, sin embargo todos deben incluir cinco actividades fundamentales descritas a continuación (Pressman, 2010):

- **Comunicación:** Esta actividad busca comprender los objetivos de los stakeholders respecto del proyecto, para de esta forma realizar el proceso de *ingeniería de requisitos* que permitan definir las características y funciones del software.
- **Planeación.** La actividad de planeación permite crear un plan del proyecto de software que define el trabajo de ingeniería de software.
- **Modelado.** Esta actividad tiene por objetivo crear un modelo con el objeto de comprender de mejor manera tanto los requisitos del sistema como del diseño del software.
- **Construcción.** En esta actividad se desarrolla el software mediante la generación de código y se implementan pruebas necesarias para descubrir errores.
- **Despliegue.** El software se entrega al cliente para que lo evalúe.

2.5. INGENIERÍA DE REQUISITOS

Para Pohl la ingeniería de requisitos se define como un enfoque sistemático y disciplinado para la especificación y gestión de requisitos. La IR permite identificar los requisitos pertinentes mediante un consenso entre los interesados, documentarlos de acuerdo con los estándares establecidos y gestionarlos de manera sistemática. Adicionalmente la IR pretende comprender y documentar los deseos y necesidades de los grupos de interés, especificando y administrando los requisitos para minimizar los riesgos de entregar un sistema que no cumpla con lo solicitado por el cliente (Pohl, 2010).

Diferentes autores proponen definiciones que abordan la temática de la ingeniería de requisitos debido a que es la fase primaria y vital del ciclo de vida del desarrollo del sistema y se ha convertido en una cuestión clave, puesto que es la responsable de mantener los requisitos de un sistema a lo largo del tiempo. El proceso de ingeniería de requisitos afecta en su totalidad el éxito del proyecto (Madhan, Kalaiselvi, & P, 2017).

La Ingeniería de requisitos es una fase fundamental en el proceso de desarrollo de software, cuya finalidad es obtener una comprensión clara del sistema a desarrollar y el conocimiento de las necesidades de los clientes, con el objetivo de aumentar la calidad del software y la efectividad del proceso de desarrollo («Risk management in software development projects in Spain», s. f.) (Kalinowski et al., 2014).

La ingeniería de requisitos conlleva la comprensión amplia de las tareas y técnicas que ayudan a entender los deseos de los clientes, analizar las necesidades, evaluar la factibilidad, especificar la solución sin ambigüedades, negociar una solución razonable, validar la especificación y administrar los requisitos (Pressman, 2010).

“La ingeniería de requisitos, se utiliza para definir todas las actividades involucradas en el descubrimiento, documentación y administración de los requisitos para un producto determinado.” (Ortas, 2001).

El proceso de ingeniería de requisitos incluye siete actividades diferentes tales como: concepción, indagación, elaboración, negociación, especificación, validación y administración de requisitos (Madhan, Kalaiselvi, & P, 2017).

Tomando en consideración el aporte de los diferentes autores sobre la ingeniería de requisitos, se puede concluir que esta es una fase importante en el proceso de la ingeniería de software, debido a que permite el descubrimiento de las necesidades de los clientes y las personas involucradas a través de un proceso sistemático que incluye la documentación y gestión de los requisitos. Este proceso conlleva la realización de varias actividades entre las principales se puede citar: elicitación, documentación, negociación y gestión de requisitos.

2.5.1. Requisitos.

Los requisitos son descripciones a detalle de lo que el sistema software debe realizar, esto incluye el servicio que ofrece y las restricciones en su operación. Los requisitos describen la funcionalidad del sistema; reflejan las necesidades y deseos de los clientes por un software que tiene un propósito específico. (Sommerville, 2010).

Requisito es (1) "una condición o capacidad que necesita un usuario para resolver un problema o lograr un objetivo. (2) Una condición o capacidad que debe cumplir o poseer un sistema o componente del sistema para cumplir con un contrato, estándar, especificación u otros documentos formalmente impuestos. (3) Una representación documentada de una condición o capacidad como en (1) o (2)" [IEEE 610.12-1990].

Por lo tanto, el requisito es una descripción documentada de una condición o capacidad que debe cumplir un componente o en su totalidad el sistema software, permitiendo cubrir las necesidades del cliente, o lo que se encuentra especificado en un contrato, en una norma u otro documento que se haya estipulado al iniciar el proceso de desarrollo del software.

2.5.1.1. Características de los requisitos.

Boehm afirma que los requisitos deben cumplir con una serie de características tanto individualmente como en grupo (Boehm, 2007).

A continuación se presentan algunas características:

- **Necesario:** Un requisito es necesario si su omisión provoca una deficiencia en el sistema a construir, y además su capacidad, características físicas o factor de calidad no pueden ser reemplazados por otras capacidades del producto o del proceso.
- **Conciso:** Un requisito es conciso si es fácil de leer y entender. Su redacción debe ser simple y clara para aquellos que vayan a consultarlo en un futuro.
- **Completo:** Un requisito está completo si no necesita ampliar detalles en su redacción, es decir, si se proporciona la información suficiente para su comprensión.
- **Consistente:** Un requisito es consistente si no es contradictorio con otro requisito.
- **No ambiguo:** Un requisito no es ambiguo cuando tiene una sola interpretación. El lenguaje usado en su definición, no debe causar confusiones al lector.

- **Verificable:** Un requisito es verificable cuando puede ser cuantificado; utilizando diversas técnicas como: inspección, análisis, demostración o prueba.

2.5.1.2. Clasificación de los requisitos.

Sommerville afirma que existen diferentes tipos de requisitos según su nivel de abstracción, así tenemos:

Requisitos del usuario: Representan los requisitos abstractos de alto nivel descritos como enunciados en lenguaje natural, esto incluye diagramas que describen las actividades o servicios que los usuarios esperan de un sistema software, y de las restricciones con las cuales éste debe operar (Sommerville, 2010).

Requisitos del sistema: Representan los requisitos de una manera más explícita y exacta indicando funciones que va a proporcionar el sistema, los servicios que puede ofrecer el aplicativo y sus respectivas restricciones operacionales del software que se van a implementar. El documento de requisitos del sistema puede establecerse dentro del contrato, aprobado tanto por el cliente como por el equipo encargado del desarrollo del producto software. (Sommerville, 2010). La comunidad de ingeniería de requisitos ha clasificado los requisitos de un sistema de software en dos categorías principales: requisitos funcionales y requisitos no funcionales (Chung, Leite y Cesar, 2009).

Requisitos funcionales: Describen el comportamiento funcional del sistema, son enunciados sobre los servicios que el sistema debe proveer; proporcionan detalles de cómo debería reaccionar y comportarse el sistema ante entradas particulares o ante situaciones específicas. Cuando se escriben los requisitos funcionales, se debe tomar en cuenta varios aspectos como: tipo de software a desarrollar, los usuarios y el enfoque general de la empresa que requiere el sistema (Sommerville, 2010).

Requisitos no funcionales: Este tipo de requisitos no dependen directamente con las funciones específicas del software; se describen como las limitaciones sobre servicios o funciones que ofrece el sistema software. Este tipo de requisitos incluyen restricciones tanto de temporización y del proceso de desarrollo, como impuestas por los estándares.

Ejemplos de requisitos no funcionales que restringen de cierta manera las características del software como un todo son: la seguridad, rendimiento, portabilidad, mantenibilidad, disponibilidad entre otros (Sommerville, 2010).

Los requisitos no funcionales se originan a través de necesidades del usuario, debido a varias razones como, por ejemplo: las restricciones presupuestales, políticas de las empresas, y las formas de intercambiar información para utilizarlas con otros sistemas, por otra parte se los requisitos no funcionales requieren regulaciones de seguridad o legislación sobre privacidad u otros factores externos. La Figura 3 muestra una clasificación de los requisitos no funcionales (Sommerville, 2010).

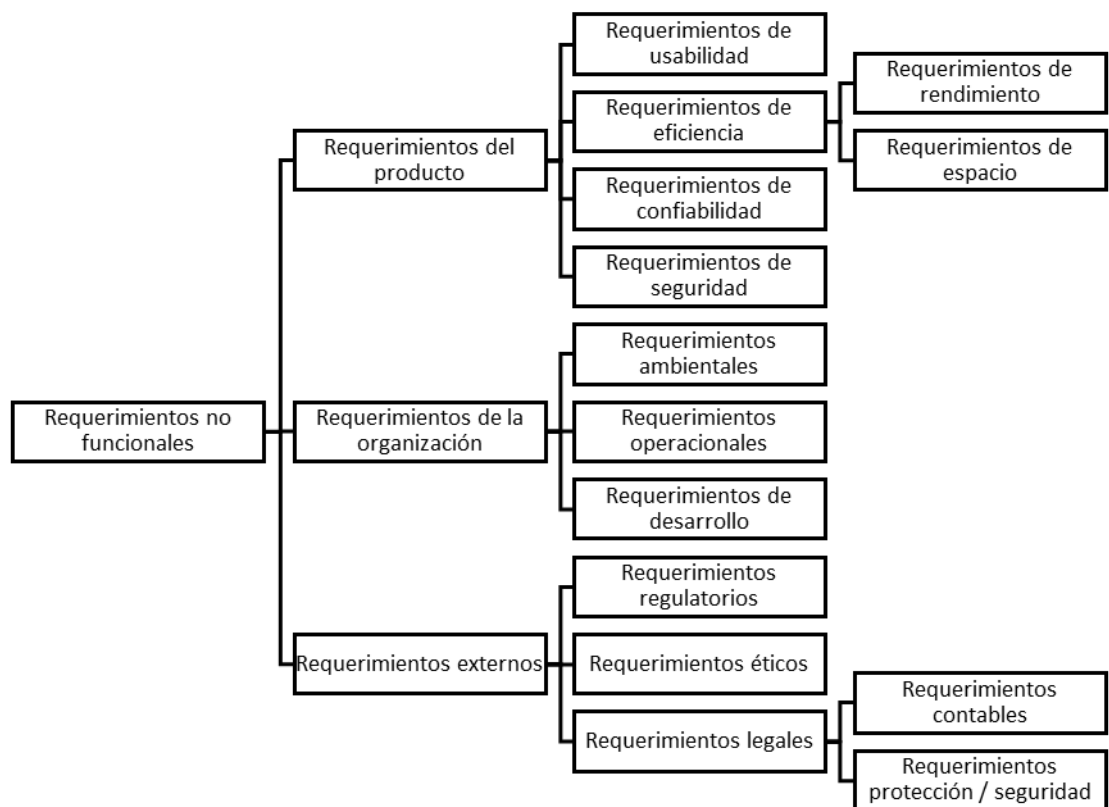


Figura 3 Clasificación de los requisitos no funcionales

Fuente: Modificado de (Sommerville, 2010)

2.6. PROCESO DE LA INGENIERÍA DE REQUISITOS

Klaus Pohl propone realizar actividades de alto nivel en el proceso de ingeniería de requisitos las cuales se interrelacionan para obtener los requisitos del sistema.

Se debe realizar primero un estudio de viabilidad, posterior a esto se busca descubrir requisitos mediante la elicitación, continuando con la negociación que tiene por objetivo resolver conflictos. Todas las actividades deberán ser registradas en documentos estandarizados, para luego validar y gestionar todo el proceso (Pohl, 2010), como se puede visualizar en la Figura 4:

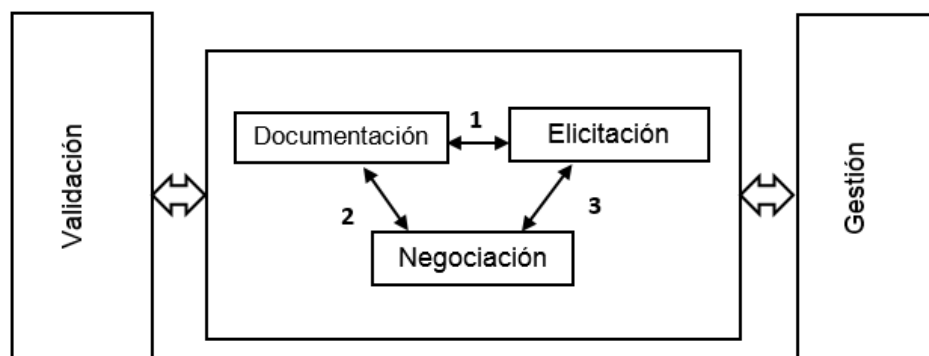


Figura 4 Actividades principales del proceso de ingeniería de requisitos

Fuente: (Pohl, 2010)

Este proceso iterativo se lo desarrolla de la siguiente manera:

- Documentación y elicitación:

La actividad de la elicitación de requisitos produce información que debería ser documentada acorde a las reglas de documentación y reglas de especificación definidas para el proyecto. Cuando existen requisitos deficientes es necesario realizar actividades de elicitación para obtener la información adicional requerida (Pohl, 2010).

- Documentación y negociación:

En caso de existir inconvenientes en la documentación es necesario resolver estos conflictos declarados por los stakeholders mediante las actividades de negociación, la resolución de los conflictos deben ser registrada acorde a las reglas definidas para la documentación (Pohl, 2010).

- Elicitación y Negociación:

Durante la elicitación, los diferentes conflictos detectados por los stakeholders

sobre los requisitos, deben ser resueltos en conjunto con las actividades de negociación. En caso de requerir información adicional es necesario llevar a cabo nuevas actividades de adquisición de requisitos adecuados (Pohl, 2010).

2.6.1. Elicitación de requisitos.

En esta actividad, los ingenieros de software o especialistas en requisitos trabajan con los usuarios finales que interactúan con el sistema para identificar, articular y entender los requisitos que les permitan conocer el dominio de la aplicación, las funciones que proporcionará el sistema, el desempeño requerido, las restricciones de software y hardware, entre otros aspectos (Sommerville, 2010).

Klaus Pohl menciona que es necesario realizar actividades para cumplir con la actividad de elicitación de requisitos descritas a continuación:

2.6.1.1. Identificar las fuentes pertinentes.

Para recabar información es necesario usar varias fuentes de conocimiento para la obtención de los requisitos como se muestra en la Figura 5. Cada requisito debe identificarse de manera exclusiva y las fuentes pueden ser: sistemas existentes, documentación histórica y diferentes tipos de participantes. Algunos ejemplos de tipos de participantes son: gerentes y directores de operaciones o de producto, personal, clientes, usuarios finales, consultores, ingenieros de software, entre otros (Pressman, 2010).

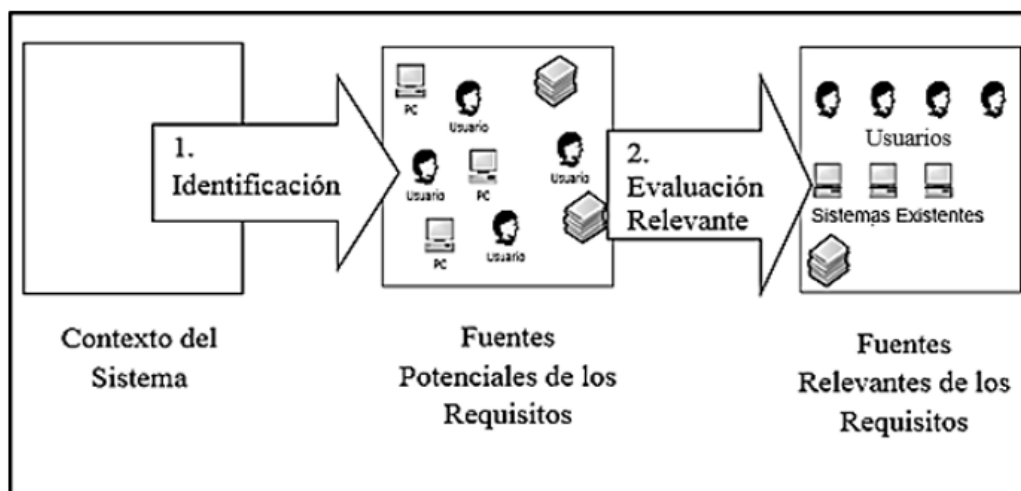


Figura 5 Identificación de fuentes relevantes

Fuente: (Pohl, 2010).

Descripción de las fuentes de requisitos.

Existen tres tipos diferentes de fuentes de requisitos (Ver Figura 6):

- Stakeholder (partes interesadas): son personas u organizaciones que (directa o indirectamente) influyen en los requisitos de un sistema (Pohl, 2010).
- Los documentos: debido que contienen información importante que puede proporcionar requisitos. Ejemplos de estos son: documentos universales, estándares y documentos legales, así como documentos específicos de dominio u organización, como documentos de requisitos e informes de errores de sistemas heredados (Pohl, 2010).
- Los sistemas en funcionamiento: pueden ser sistemas heredados o predecesores, así como sistemas competidores. Al dar a los interesados la oportunidad de probar el sistema, pueden obtener una impresión del sistema actual y pueden solicitar extensiones o cambios basados en sus impresiones (Pohl, 2010).

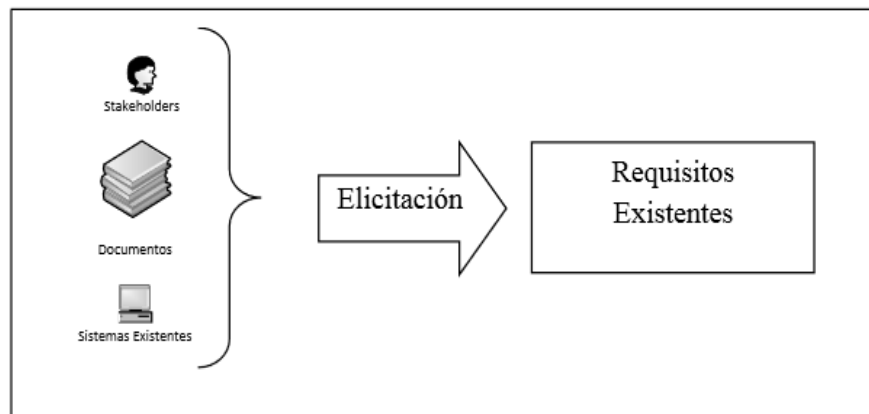


Figura 6 Fuentes de requisitos existentes

Fuente: (Pohl, 2010).

2.6.1.2. Desarrollo de requisitos nuevos e innovadores.

Las subactividades que se muestran en la Figura 7, muestran el proceso iterativo para la adquisición de nuevos requisitos con retroalimentación continua entre actividades. Para Gottesdiener consiste en: “Identificar las partes interesadas, la documentación y las fuentes externas de información sobre los requisitos, y solicitar los requisitos de esas fuentes” (Gottesdiener, 2009).

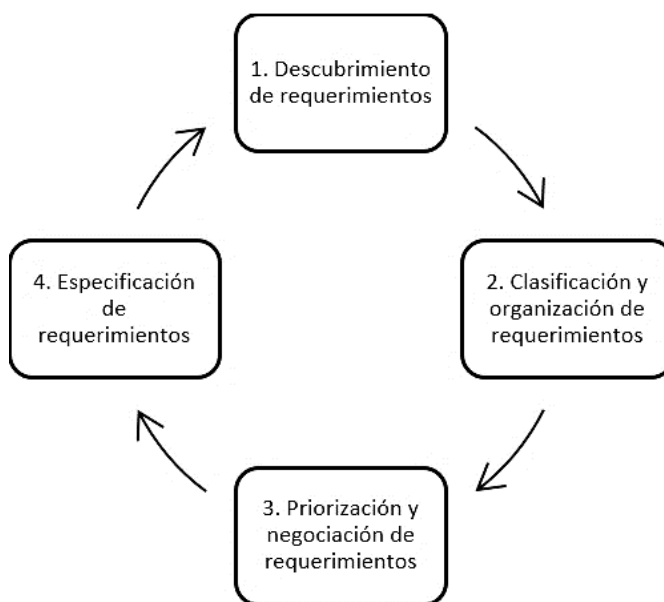


Figura 7 El proceso de adquisición y análisis de requisitos

Fuente: (Sommerville, 2010)

Descubrimiento de requisitos: Se interactúa con los stakeholders para descubrir sus requisitos (Sommerville, 2010), como se muestra en la Figura 8, es el proceso que se debe realizar con la finalidad de descubrir los requisitos.

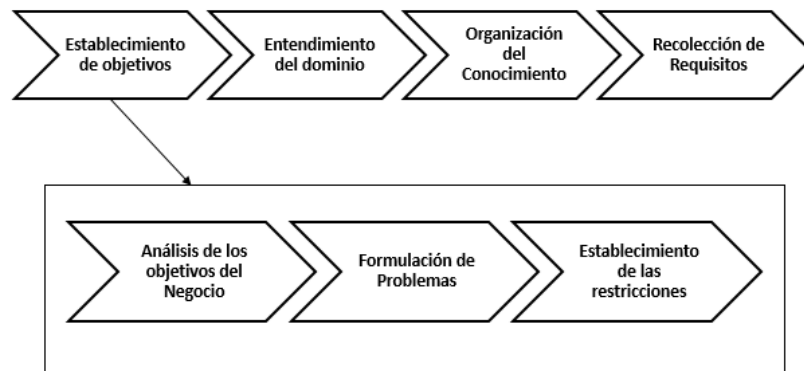


Figura 8 Proceso de descubrimiento de requisitos

Fuente: (Cueva, Sucunuta, 2014).

Clasificación y organización de requisitos: Se realiza la agrupación de los requisitos relacionados, una de las maneras es agrupar mediante la elaboración del modelo del sistema, con el fin de identificar y relacionar los requisitos con cada uno de los subsistema (Sommerville, 2010).

Priorización y negociación de requisitos: Priorizar los requisitos mediante una negociación que permita la solución de conflictos entre los involucrados. (Sommerville, 2010).

Especificación de requisitos: En esta actividad los requisitos se documentan, de manera formal o informal como se lo requiera (Sommerville, 2010).

2.6.1.3. Técnicas de elicitación.

A continuación se listan algunas de las técnicas empleadas en la elicitación de requisitos:

- Entrevista

- Taller
- Grupo de enfoque
- Observación
- Encuestas
- Prototipos de exploración
- Lluvia de ideas
- Prototipos
- Método KJ
- Mapas Mentales
- Elicitación de las listas de verificación

2.6.2. Documentación de requisitos.

En esta fase del proceso de ingeniería de requisitos es necesario documentar los diferentes tipos de requisitos. Es necesario contar con requisitos que sean claros, consistentes, completos y sin ambigüedad (Sommerville, 2010).

La documentación o especificación según la Society & Machinery “se refiere a la producción de un documento a su equivalente electrónico que pueda estar sistemáticamente revisado, evaluado y aprobado” (Society & Machinery, 2004).

En esta fase se elaboran tres tipos de documentos:

Documento de definición del sistema: Define los requisitos del sistema de alto nivel desde las perspectiva del dominio, incluye información de fondo sobre los objetivos del sistema, declaración de las restricciones y los requisitos no funcionales (Cueva, Sucunuta, 2014).

Documento de requisitos del sistema: En este documento se manifiesta lo que requieren los desarrolladores del sistema; además se incluyen los requisitos del usuario para el sistema como una especificación detallada de los requisitos del sistema (Cueva, Sucunuta, 2014).

Documento de requisitos de software: Contiene una descripción completa de las necesidades y funcionalidades del sistema que se va a

desarrollar además determina el alcance del sistema y la forma en la que realizará las funciones, definiendo los requisitos funcionales y los no funcionales (Cueva, Sucunuta, 2014).

Los estándares IEEE que definen la documentación del proceso de ingeniería de requisitos se muestra en la Figura 9:

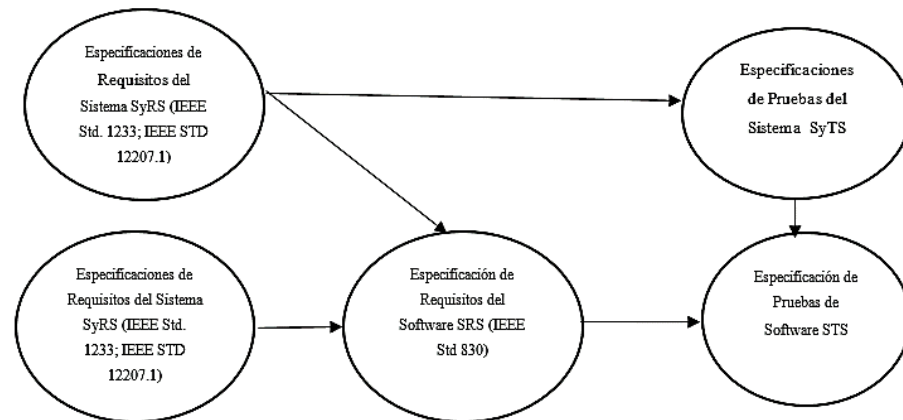


Figura 9 Documentos de la fase de especificación de requisitos

Fuente: (Cueva, Sucunuta, 2014).

En el proceso de la ingeniería de requisitos, toda la información que se ha generado durante diferentes actividades debe ser documentada. Entre esta información se encuentran, por ejemplo, protocolos de entrevistas e informes de actividades de validación o acuerdo, solicitudes de cambio entre otros.

La principal tarea de documentación en la ingeniería de requisitos es registrar de manera adecuada los requisitos para el sistema (Pohl, 2010).

Los requisitos para un sistema se pueden documentar en tres perspectivas diferentes sobre el sistema a desarrollar: perspectiva de los datos, perspectiva funcional y perspectiva del comportamiento (Pohl, 2010).

2.6.2.1. Características de la documentación de requisitos.

El conjunto de requisitos deben ser descritos de acuerdo a las siguientes condiciones (Cueva, Sucunuta, 2014):

- *Completo*: Todos los requisitos necesarios deben estar descritos puesto que es complicado detectar información ausente (Cueva, Sucunuta, 2014).
- *Consistente*: Todos los requisitos no deben entrar en conflicto con ningún otro, sea este de negocio, sistema o los requisitos del usuario (Cueva, Sucunuta, 2014).
- *Modificable*: Los requisitos pueden sufrir cambios para lo cual es necesario realizar una gestión de cambios (versionamiento). (Cueva, Sucunuta, 2014).
- *Trazable*: Esta característica permite seguir el proceso de evolución de la especificación de requisitos desde su origen hasta etapas posteriores al cambio (Cueva, Sucunuta, 2014).

Por lo general, los requisitos del usuario se escriben en lenguaje natural, adicionalmente se emplea diagramas y tablas para especificarlos. Del mismo modo los requisitos del sistema se escriben en lenguaje natural y se emplean diferentes notaciones establecidas en modelos matemáticos y gráficos de la arquitectura del sistema (Sommerville, 2010). La Tabla 1 muestra cómo se pueden describir los requisitos del sistema:

Tabla 1

Formas de escribir una especificación de requisito del sistema

NOTACIÓN	DESCRIPCIÓN
Enunciados en lenguaje natural	Los requerimientos se escriben al usar enunciados numerados en lenguaje natural. Cada enunciado debe expresar un requerimiento
Lenguaje natural estructurado	Los requerimientos se escriben en lenguaje natural en una forma o plantilla estándar. Cada campo ofrece información de un aspecto del requerimiento.
Lenguajes de descripción de Diseño	Este enfoque usa un lenguaje como un lenguaje de programación, pero con características más abstractas para especificar los requerimientos al definir un modelo operacional del sistema. Aunque en la actualidad este enfoque se usa raras veces, aún tiene utilidad para especificaciones de interfaz.
Anotaciones gráficas	Los modelos gráficos, complementados con anotaciones de texto, sirven para definir los requerimientos funcionales del sistema; los casos de uso del UML y los diagramas de secuencia se emplean de forma común.
Especificaciones matemáticas	Dichas anotaciones se basan en conceptos matemáticos como máquinas o conjuntos de estado finito. Aunque tales especificaciones sin ambigüedades pueden reducir la imprecisión en un documento de requerimientos la mayoría de los clientes no comprenden una especificación formal; no pueden comprobar que representa lo que quieren y por ello tienen reticencia para aceptarlo como un contrato.

Fuente: (Sommerville, 2010)

2.6.2.2. Estructura estándar para la documentación.

Los documentos de requisitos contienen una gran cantidad de información diversa, esta información debe estar bien estructurada para el lector. Para ello, se puede hacer uso de documentos estructurados bajo estándares, o se puede definir un formato de documentos personalizado (Pohl, 2010).

Existen varias normas para la documentación; una de ellas es la ISO / IEC / IEEE 29148: 2011 (ISO/IEC/IEEE 29148, 2011) la cual contiene un esquema estandarizado que ofrece una estructura predefinida para el documento de ERS, la estructura estándar sugiere dividir el documento de requisitos en cinco partes (Pohl, 2010):

- Un capítulo con información introductoria y una descripción general del software.
- Un capítulo con una lista de todos los documentos a los que se hace referencia en la especificación.
- Un capítulo para requisitos específicos.
- Un capítulo con todas las actividades planificadas para la verificación.
- Apéndices.

2.6.2.3. Técnicas de documentación.

A continuación se listan algunas de las técnicas empleadas en la documentación de requisitos:

- Documentación de requisitos utilizando lenguaje natural.
- Documentación de requisitos utilizando modelos conceptuales, entre estos tenemos:
 - Diagrama de casos de uso
 - Diagrama de clases
 - Diagramas de actividad
 - Diagrama de estado

2.6.3. Negociación de requisitos.

La negociación se encarga de identificar y resolver conflictos que se generan a partir de la especificación de requisitos de un sistema informático a desarrollar. La gestión de conflictos en la ingeniería de requisitos comprende tres actividades que se describen a continuación (Pohl, 2010):

2.6.3.1. Identificar conflictos.

Durante el proceso de ingeniería de requisitos pueden surgir conflictos entre las partes interesadas, estos inconvenientes requieren ser identificados, analizados y resueltos desde el principio, con la finalidad de evitar requisitos contradictorios (Pohl, 2010).

2.6.3.2. Analizar Conflictos.

Una de las actividades importantes en el análisis de conflictos es la determinación el tipo de conflicto que se presenta. Entre los tipos de conflictos que se pueden identificar se encuentran los siguientes (Pohl, 2010):

Conflicto de datos: Un conflicto de datos entre dos o más partes interesadas se caracteriza por información deficiente, por datos falsos, o por diferentes interpretaciones de alguna información (Moore, 2003).

Conflicto de intereses: Este tipo de conflicto se da por desacuerdos en intereses subjetivos u objetivos. Por ejemplo surge cuando un interesado rechaza un requisito debido a los costos estimados y otro interesado insiste en implementarlo debido a razones de calidad (Pohl, 2010).

Conflicto de valor: Se caracteriza por valores subyacentes diferentes, debido a razones de culturales de los actores, ya que por ejemplo, puede surgir un conflicto debido a que una persona quiera utilizar herramientas de código abierto, mientras que otra considere una mejor opción herramientas pagadas (Pohl, 2010).

Conflicto de relación: Un conflicto de relaciones surge cuando dos actores de igual rango discrepan sobre los requisitos anteponiendo sus necesidades en el proyecto (Pohl, 2010).

Conflicto Estructural: Se caracteriza por niveles desiguales de autoridad o poder entre un empleado y su superior, debido a que éste no reconoce la competencia del empleado para definir los requisitos (Pohl, 2010)

Conflictos varios: Surgen diferentes tipos de conflictos al momento de determinar un requerimiento es por ello que es necesario determinar las posibles razones y seleccionar las estrategias más adecuadas para resolver el conflicto (Pohl, 2010).

2.6.3.3. Resolver conflictos.

En la negociación es importante realizar una adecuada resolución de conflictos, para lo cual es necesario aplicar estrategias que influyan positivamente en la voluntad de las personas involucradas (clientes, consultores o desarrolladores) para que puedan continuar trabajando juntos; en caso de no considerar todos los criterios de los stakeholders el conflicto se resolverá de manera incompleta (Pohl, 2010).

A continuación se listan las diferentes técnicas de resolución de conflictos:

- Acuerdos
- Compromisos
- Votación
- Definición de variantes
- Considerar todos factores
- Matriz de decisión

2.6.3.4. Documentar la resolución del conflicto.

Riesgos de conflictos faltantes o repetitivos: Los conflictos no pueden evitarse durante la ingeniería de requisitos. La resolución del inconveniente siempre debe estar

bien documentada y accesible, debido a que la falta de documentación provoca un esfuerzo adicional y origina conflictos adicionales o derogación de resoluciones anteriores (Pohl, 2010).

Resolución inapropiada de conflictos: En muchas ocasiones la resolución de un conflicto puede resultar incorrecta o inadecuada, en este caso, el conflicto debe ser investigado y resuelto nuevamente. Sin la documentación adecuada, la información relevante que se ha considerado durante el proceso de la ingeniería de requisitos puede pasarse por alto y la nueva resolución de conflictos puede conducir reiteradamente a falsos resultados (Pohl, 2010).

2.6.4. Validación de requisitos.

La validación de requisitos es el proceso de verificar que los requisitos cumplan con las especificaciones acordadas por los clientes. La importancia de la validación de requisitos radica en el descubrimiento de errores que pueden significar grandes costos, debido a que es necesario cambiar el diseño y la implementación del sistema. (Sommerville, 2010).

2.6.4.1. Principios de Validación de Requisitos.

Pohl propone seis principios de validación de requisitos para aumentar la calidad de los resultados del proceso validación (Pohl, 2010) listados a continuación:

- Participación correcta de las partes interesadas
- Separar la identificación y la corrección de errores
- Validación desde distintos puntos de vista
- Cambio adecuado del tipo de documentación
- Construcción de artefactos de desarrollo
- Validación repetida

2.6.4.2. Actividades de la validación de requisitos

Para validar los requisitos Gottesdiener propone realizar las actividades, que se presentan de manera esquemática en la Figura 10:

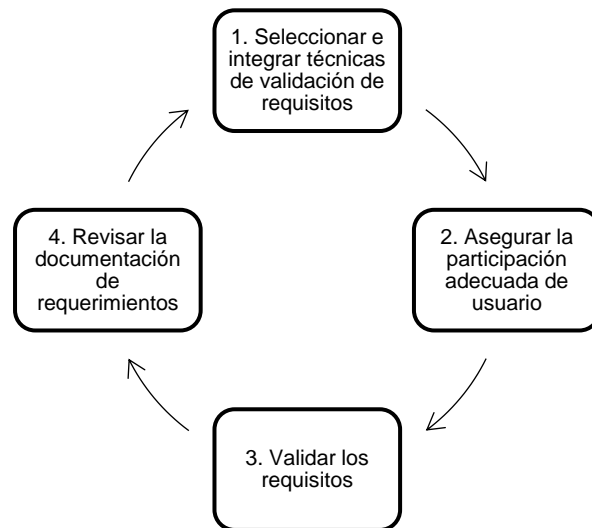


Figura 10 Actividades de validación de requisitos

Fuente: (Gottesdiener, 2005)

Seleccionar e integrar la técnica de validación de requisitos: Comprende la identificación de las técnicas de validación más eficaces; además se debe validar los requisitos de alto riesgo a principios del proceso con el fin de reducir los riesgos generales del proyecto.

Para finalizar la actividad se deben integrar las actividades de validación a través del desarrollo de requisitos (Gottesdiener, 2005).

Asegurar la participación adecuada de usuario: Esta actividad tiene el objetivo de verificar que los diferentes requisitos del usuario especifiquen de manera clara la forma en que interactúan con los usuarios. Es recomendable que los interesados comprueben que los requisitos se encuentren completos, consistentes y sean de alta calidad, para lo cual es necesario la revisión de la documentación. Adicionalmente se debe asegurar que se obtenga los requisitos funcionales, del negocio y los del usuario tal como se encuentran estipulados en el contrato (Gottesdiener, 2005).

Validar los requisitos: Esta fase implica la comprobación de un subconjunto de los requisitos para verificar que estén bien definidos, esto se lo debe realizar a principios del desarrollo de los requisitos y no cuando se tenga el detalle de los modelos de análisis (Gottesdiener, 2005).

Revisar la documentación de requisitos: En esta última actividad, se debe revisar rápidamente la documentación basados en la retroalimentación de la etapa anterior.

Es necesario realizar el análisis de los requisitos con el objetivo de comprender cómo los cambios influyen a gran escala los planes del proyecto; así también se debe priorizar de nuevo todos los requisitos después de las actividades de validación y finalmente hay que repetir el ciclo a medida que avanza el proceso de desarrollo de requisitos (Gottesdiener, 2005).

2.6.4.3. Técnicas de validación.

Las técnicas que se recomiendan para realizar el proceso de validación son las siguientes:

- Inspecciones.
- Control Documental.
- Tutoriales
- Construcción de Prototipos

2.6.5. Gestión de requisitos.

La gestión de requisitos es un conjunto de actividades que ayudan al equipo de desarrollo a identificar y controlar los requisitos, para darle un seguimiento a los cambios en cualquier momento. El objetivo de esta actividad es mantener disponible los requisitos que se encuentran documentados, para estructurar y garantizar el acceso a la información pertinente (Cueva, Sucunuta, 2014).

2.6.5.1. Actividades de la gestión de requisitos.

La gestión de los requisitos incluye las siguientes actividades:

Asignar atributos a los requisitos: Con el fin de permitir la gestión de requisitos, las propiedades de los requisitos se documentan mediante diferentes tipos de atributos como se muestra en la Tabla 2 (Pohl, 2010).

Tabla 2

Tipos de atributos usados frecuentemente

TIPO DE ATRIBUTO	DEFINICIÓN
Identificador	Identificador breve y único de un artefacto de requisito del conjunto de todos los requisitos considerados.
Nombre	Único, caracterizando el nombre.
Descripción	Describe brevemente el contenido del requisito.
Versión	Versión actual del requisito
Autor	Especifica el autor del requisito.
Origen	Especifica el origen o los orígenes del requisito
Estabilidad	Especifica la estabilidad aproximada del requisito. La estabilidad es la cantidad de cambios que se esperan con respecto al requisito. Los valores posibles pueden ser "fijos", "establecidos" y "volátiles"
Riesgo	Especifica el riesgo basado en una estimación de la cantidad de daño y pérdida y la probabilidad de ocurrencia.
Prioridad	Especifica el riesgo basado en una estimación de la cantidad de daño y pérdida y la probabilidad de ocurrencia. Especifica la prioridad del requisito relativo a las propiedades de priorización elegidas.

Fuente: (Sommerville, 2010)

Priorizar los requisitos: Los requisitos se priorizan en diferentes momentos, actividades y según diversos criterios. Dependiendo del objetivo y del tema de priorización. Se pueden utilizar diferentes técnicas para este proceso (Pohl, 2010).

Organizar los requisitos: Durante la gestión de los requisitos, se registra, organiza los requisitos con la finalidad de que la información sea trazable (Ver Figura 11).

Es decir que se conozca claramente el origen de cada requisito para facilitar un desarrollo futuro o en caso de ser requerido en la documentación (Pohl, 2010).

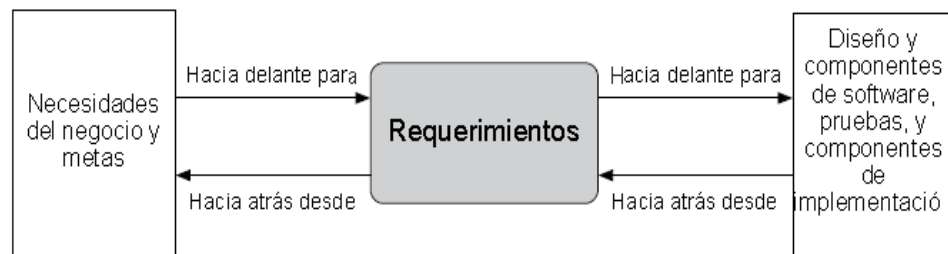


Figura 11 Trazabilidad de requisitos

Fuente: Modificado de (Gottesdiener, 2005)

Realizar versiones de los requisitos: Como se muestra en la Figura 12, el control de versiones y la configuración de los requisitos permite mantener información sobre el estado de los requisitos y de los documentos disponibles durante el ciclo de vida del sistema (Pohl, 2010).

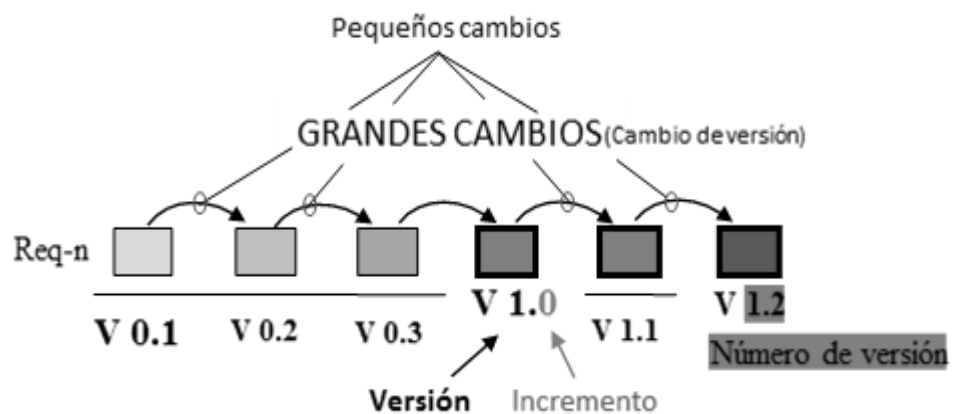


Figura 12 Versiones de requisitos

Fuente: Modificado de (Pohl, 2010)

Gestionar cambios de los requisitos: Esta actividad se encarga de procesar las solicitudes de cambio. El grupo de control de cambios decide si se aprueba o rechaza una solicitud de cambio y lo prioriza (Ver Figura 13).

Adicionalmente, el grupo de control realiza una estimación del impacto del cambio verificando los recursos necesarios para implementar dicha modificación (Pohl, 2010).

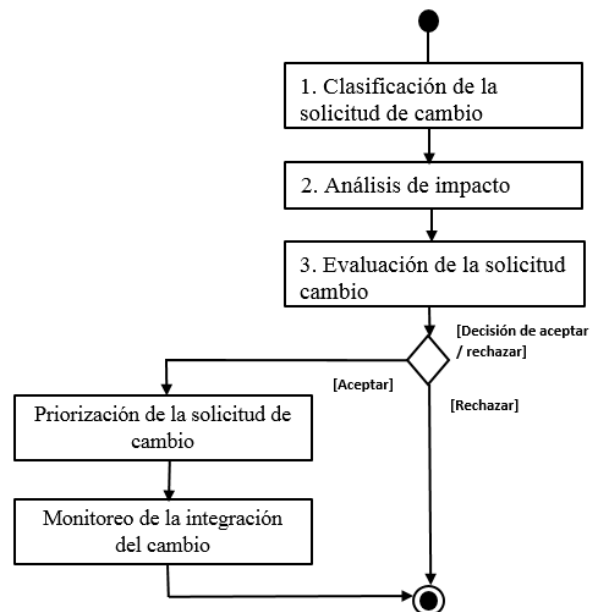


Figura 13 Método para gestionar solicitudes de cambio

Fuente: Modificado de (Pohl, 2010)

Medir la calidad de los requisitos: se pueden usar métricas para verificar la calidad de los requisitos obtenidos (Pohl, 2010). Existen dos tipos de métricas descritas a continuación:

- Métricas de productos, utilizadas para obtener información sobre la cantidad y la calidad de los requisitos documentados. Un ejemplo que se puede considerar es el número de errores identificados en la especificación de requisitos en un tiempo determinado (Pohl, 2010).
- Métricas de proceso, utilizadas para obtener información referente a la calidad del proceso de ingeniería de requisitos. Un ejemplo común de esta métrica es el número de solicitudes de cambio de un requerimiento durante un período (un mes o una semana) (Pohl, 2010).

Considerando la contribución de Pohl acerca de la gestión de requisitos, se puede mencionar que es el proceso de seguimiento y control de cambios de los

requisitos establecidos en una línea base, considerando la cantidad de tiempo y esfuerzo que se utilizará; puesto que abarca todo el ciclo de vida del software.

Para gestionar los requisitos, es necesario establecer procedimientos que permiten al equipo entender el impacto de los cambios, decidir cómo hacer frente a las nuevas necesidades, y renegociar los acuerdos sobre los requisitos (Pohl, 2010).

2.7. TÉCNICAS EN LA INGENIERÍA DE REQUISITOS

Actualmente existe una variedad de técnicas utilizadas en las diferentes fases del proceso de la ingeniería de requisitos (Ver Tabla 3). Sin embargo, estas técnicas no son las únicas, ni se limita su utilidad; esto dependerá del contexto del sistema que se desarrollará (Dávila, 2001).

Tabla 3

Técnicas que se utilizan en la ingeniería de requisitos

Técnicas	Elicitación	Negociación	Documentación	Validación
Entrevistas y cuestionarios	X			
Sistemas existentes	X	X		
Grabaciones de video y audio	X	X		
Brainstorming (lluvia de ideas)	X	X		
Arqueología de documentos	X	X		
Observación	X			
Prototipo Throw Away (no funcional)	X	X	X	
Prototipo Evolutionary (funcional)	X		X	X

CONTINÚA 

Análisis FODA		X		
Cadena de valor		X		
Modelo conceptual		X	X	
Diagrama de pescado	X	X	X	
Glosario	X	X	X	X
Diagrama de actividad		X	X	
Casos de uso	X	X	X	X
Casa de calidad o QFD				X
Checklist	X		X	

Fuente: (Dávila, 2001)

2.7.1. Técnicas de elicitación.

2.7.1.1. Entrevistas.

Se podrá realizar los siguientes tipos de entrevistas de manera individual o grupal (Oppenheim, 2000) recordando que no es factible con un gran número de usuarios:

- *Entrevista estándar:* Se realiza una serie de preguntas que se han preparado con anterioridad concerniente a un tema de interés. Estas entrevistas son oportunas cuando las opiniones de varios stakeholders coinciden en un mismo tema y deberán ser tomadas en cuenta (Oppenheim, 2000).
- *Entrevista exploratoria:* es una conversación que indica la opinión del entrevistado con respecto algún tema, durante este tipo de entrevistas, el entrevistador puede desviarse de la pregunta (Oppenheim, 2000).

- *Entrevistas no estructuradas*: No cuenta con preguntas preparadas sino permite al entrevistado dirigir la conversación según considere necesario. El resultado de diferentes entrevistas no estructuradas son muy difíciles de entender y comparar posteriormente (Oppenheim, 2000).

2.7.1.2. Taller.

Los requisitos son elicitados de un grupo de trabajo, según (Leffingwell & Widring, 2000) las principales tareas que se deben realizar son:

1. Definición del objetivo del taller.
2. Definición de procedimientos del taller
3. Buscar, invitar a los participantes y pactar los objetivos.
4. Buscar un lugar para el taller
5. Nombrar un moderador
6. Nombrar una persona que tome el tiempo

2.7.1.3. Grupo de enfoque.

Para realizar un grupo de enfoque es necesario que los stakeholders se centren en un tópico elegido de interés, para identificar los requisitos correspondientes (Kuniavsky, 2003). Se puede establecer tres tipos de grupos de enfoque:

- Exploratorio
- Comparativo
- Priorización

2.7.1.4. Observación.

La observación se la debe realizar a los stakeholders o a los sistemas existentes con la finalidad de comparar la elicitación de los requisitos obtenidos en los talleres y las entrevistas.

Esta técnica permite proveer una mejor descripción de las actividades que realizan los involucrados mientras ellos realizan estas actividades de forma retroactiva (Beyer & Holtzblatt, 1998). Existen dos tipos de observación las cuales son:

Observación directa: Se realiza la observación de las tareas que realizan los stakeholders usando el sistema o como el software opera de manera autónoma (Beyer & Holtzblatt, 1998).

Observación etnográfica: el observador realiza el flujo de trabajo de los stakeholders para entender los procedimientos que realizan los usuarios (Kotonya & Sommerville, 1997).

2.7.1.5. Encuestas.

Útil para una muestra de un gran número de stakeholders, conociendo que la encuesta es una serie de preguntas que permite reunir datos con la finalidad de obtener gran cantidad de criterios de un tema determinado.

2.7.1.6. Prototipos de exploración.

Los prototipos exploratorios, son versiones parciales o preliminares del software creado para explorar o validar los requisitos (Cueva, Sucunuta, 2014).

2.7.1.7. Técnicas de asistencia para elicitación.

Existen varias técnicas de asistencia para realizar el levantamiento de requisitos que se listan a continuación:

- Lluvia de ideas
- Prototipos

- Método KJ: fue originalmente desarrollado por Kawakita para ayudar a los grupos de stakeholders en el desarrollo de nuevas ideas (Simbaña, Simbaña, 2015).
- Mapas Mentales
- Elicitación de las listas de verificación

2.7.2. Técnicas de documentación.

2.7.2.1. Documentación de requisitos utilizando lenguaje natural.

El lenguaje natural, es expresivo, intuitivo y universal. Se usa para escribir los requisitos de software, en contraste con otras formas de documentación el lenguaje natural tiene la ventaja de que ningún actor tenga que aprender una nueva notación. Sin embargo, el lenguaje natural puede ocasionar que los requisitos sean ambiguos debido a las diferentes perspectivas de cada persona, se corre el riesgo de mezclar involuntariamente la especificación de los requerimientos durante la documentación (Pohl, 2010).

2.7.2.2. Documentación de requisitos utilizando modelos conceptuales.

Al documentar los requisitos por medio de modelos, se deben usar lenguajes especiales. Los modelos representan los requisitos documentados de manera más compacta y por lo tanto son más fáciles de entender para un lector capacitado que el lenguaje natural. Además, los modelos conceptuales ofrecen un menor grado de ambigüedad que el lenguaje natural debido a su mayor grado de formalidad. Sin embargo, el uso de lenguajes de modelado conceptual para la documentación de requisitos requiere conocimientos específicos de este tema (Pohl, 2010). Los diagramas más utilizados en la documentación de requisitos son los siguientes:

- Diagrama de casos de uso
- Diagrama de clases
- Diagramas de actividad

- Diagrama de estado

2.7.2.3. Documentos de requisitos híbridos.

Este tipo de documento se utiliza dependiendo del público objetivo. Normalmente, los documentos contienen una combinación de lenguaje natural y modelos conceptuales.

La combinación permite disminuir las desventajas de ambos tipos de documentación aprovechando las fortalezas que cada uno provee (Pohl, 2010).

2.7.3. Técnicas de validación.

2.7.3.1. Inspecciones.

Esta técnica tiene como objetivo descubrir los diferentes tipos de problemas que se suscitan en el documento de requisitos. Para Gilb y Graham las inspecciones son el proceso que mejora la calidad del material escrito, mediante el uso de técnicas de lectura con el objetivo de detectar fallas (Gilb & Graham, 1993).

2.7.3.2. Control Documental.

Control documental consiste en una revisión detallada de cada requisito distribuido a un conjunto de stakeholders que realizarán este proceso de manera individual, si durante este proceso el involucrado encuentra un error, lo informará a todo el grupo para buscar las posibles soluciones (Simbaña, Simbaña, 2015).

2.7.3.3. Tutoriales.

Esta técnica se la realiza mediante la presentación de un requisito por parte del autor hacia un grupo de stakeholders. Durante este proceso el autor describe e indica

a los involucrados, los factores de criticidad del requisito; de manera que todos puedan comentar y así conseguir una correcta retroalimentación (Pohl, 2010).

2.7.3.4. Construcción de Prototipos.

Los prototipos se utilizan cuando los diferentes requisitos tienen alto grado de dificultad para ser detectados con las técnicas descritas anteriormente. Esta técnica de validación tiene el objetivo de detectar errores a través de la interacción del usuario final con el sistema. “Los prototipos sirven para demostrar cómo una parte del software funcionará una vez que esté en desarrollo, para demostrar si los requisitos satisfacen a los clientes, y para validar los requisitos de interfaz externa” (Cueva, Sucunuta, 2014). El principal inconveniente con este tipo de técnica de validación es el costo y tiempo que va a tomar el realizar una corrección de algún tipo de problema que se suscite, puesto que se debe volver a desarrollar el análisis correspondiente (Simbaña, Simbaña, 2015).

2.8. ESTADO DEL ARTE

Para realizar el estudio del estado actual sobre prácticas y problemas de la IR que enfrentan las empresas desarrolladoras de software, se siguieron los lineamientos de las primeras fases del mapeo sistemático de literatura reducido, propuesto por Bárbara Kitchenham (Kitchenham & Charters, 2007). Un esquema de las fases seguidas se visualiza en la Figura 14:

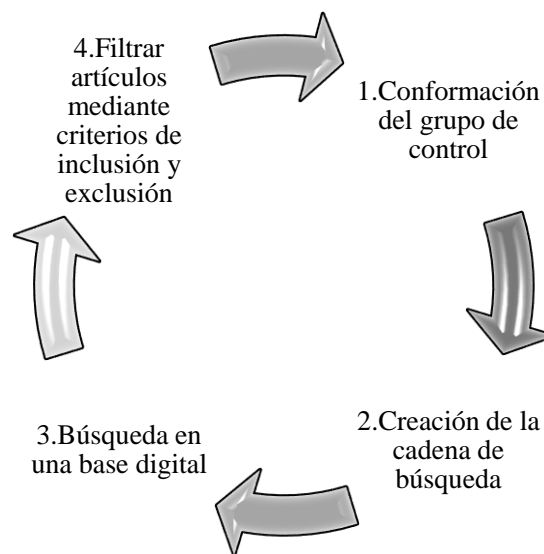


Figura 14 Actividades del mapeo sistemático de literatura reducido

1. En primer lugar se conformó un grupo de control, los investigadores involucrados propusieron estudios candidatos al ser estudios minuciosos es decir, estudios que se alinean con el objetivo de la investigación a través de una validación cruzada los miembros conformaron el grupo de control.
2. Como segunda actividad se generó cadenas de búsqueda con el fin de obtener los estudios primarios; se realizó un análisis a nivel del título, resumen, palabras clave y de manera muy rápida el contenido de los estudios preliminares anteriormente escogidos. El conjunto de palabras elegidas fueron: problems, difficulty, complication, issue, practice, customary procedure, requirements engineering, requisite engineering, planning engineering, industries, companies, enterprises.
3. Con el conjunto de palabras escogidas, se procedió a la construcción de la cadena de búsqueda ideal, que incluya los estudios preliminares y se añadió los conectores “AND” para enlazar palabras claves y el “OR” para denotar sinónimos. Finalmente se realizó la búsqueda en una base digital, para el presente estudio se eligió la IEEE XPLORE.

IEEE: 235 resultados

("problems" OR "difficulty" OR "complication" OR "issue") AND ("Practice" OR "customary" OR "procedure") AND ("requirements engineering" OR "requisite engineering" OR "planning engineering") AND ("industries" OR companies" OR "enterprises")

4. Después de haber realizado un filtrado de artículos mediante criterios como año de publicación y tipo de publicación; se prosiguió con la conformación del universo de artículos primarios, donde se realizó una revisión detallada de los artículos más relevantes obteniendo un total de cinco artículos seleccionados. Como punto final de este proceso, se realizó una extracción de las características de los estudios primarios con el fin de encontrar los estudios relacionados al tema.

A continuación se presenta un resumen de los estudios primarios encontrados en el proceso del mapeo sistemático reducido:

Naming the Pain in Requirements Engineering Comparing Practices in Brazil and Germany

En el trabajo comparativo de los problemas críticos y causas comunes de la ingeniería de requisitos en Alemania y Brazil, Méndez Fernández, Wagner y Kalinowski (Fernández et al., 2015), afirman que existe una falta de calidad en el producto software debido a problemas en el proceso de IR. Este estudio testifica que la investigación empírica en el ámbito de la IR es un desafío, debido a la variedad de prácticas y herramientas que presenta esta ingeniería y sus largos ciclos de retroalimentación, pero por otra parte, contribuye a comprender los problemas particulares que presentan las empresas, como una base para establecer medidas de mitigación.

Para el estudio se replicó la encuesta de NaPiRE en 74 empresas brasileñas y 41 empresas alemanas, se incluyeron pequeñas, medianas y grandes compañías que utilizaban tanto metodologías ágiles, como tradicionales para el desarrollo de software. De esta manera se pueda ilustrar prácticas comunes como por ejemplo, que en ambos

países se emplea la entrevista como técnica para levantamiento de requisitos. Otra conclusión que se obtuvo es que las grandes compañías optan por métodos formales de IR, mientras que las empresas pequeñas buscan la sencillez y la agilidad. Los problemas encontrados en las empresas brasileñas y alemanas se describe a continuación (Fernández et al., 2015):

- Errores de comunicación entre el equipo del proyecto y el cliente.
- Requisitos incompletos y / o ocultos.
- Requisitos sub especificados que son demasiado abstractos y permiten diversas interpretaciones.
- Defectos de comunicación dentro del equipo del proyecto.
- Soporte insuficiente por parte del cliente.
- Moving Target (cambio de objetivos, procesos comerciales y / o requisitos).
- Time Boxing / No hay suficiente tiempo en general.
- Las partes interesadas con dificultades para separar los requisitos de los diseños de soluciones previas conocidas.

A Survey on Current Requirement Process Practices in Software Companies and Requirement Process Problems

En Pakistán, Ilyas, Zahra y Ambreen realizaron un estudio (Ilyas, Zahra, Ambreen, & Butt, 2016), en el cual se identifican las prácticas actuales del proceso de requisitos en las empresas paquistaníes. Los resultados de la encuesta reflejan que la mayoría de las organizaciones sigue los estándares ISO9000 e IEEE y prefieren el lenguaje orientado a objetos para desarrollar software; a su vez las empresas utilizan técnicas como la entrevista para obtener requisitos del cliente. En cuanto a los problemas de la IR, los encuestados señalan:

- Falta de habilidades
- Retención deficiente del personal
- Poca participación de los usuarios
- Comprensión deficiente del usuario
- Falta de conocimiento del dominio
- Recursos inadecuados

The Changing Landscape of Requirements Engineering Practices over the Past Decade

Mohamad Kassab, indica en su estudio (Kassab, 2015) realizado en la universidad de Pennsylvania los cambios que han experimentado las prácticas de ingeniería de requisitos en la última década, para la identificación de los problemas que necesitan ser resueltos plantearon la ejecución de tres encuestas en los años 2003, 2008 y 2013; los resultados obtenidos de los profesionales lograron comparar si las prácticas industriales que se han utilizado actualmente han mejorado en relación a los anteriores o si se debe conservar algunas prácticas del pasado.

Este estudio tuvo como objetivo investigar el proceso de IR (elicitación, análisis y presentación, gestión, creación de prototipos, herramientas y estimación de esfuerzo), donde se determinó que todavía hay problemas en cuanto al presupuesto y a los tiempos de entrega, a pesar de esto en la actualidad los sistemas software que se entregan al cliente son de calidad. El estudio recomienda que es necesario mejorar la comunicación con el cliente debido a que de esta manera existirá una mejor interacción y consecuentemente se elicitará los requerimientos necesarios para satisfacer al cliente (Kassab, 2015).

A review of practice and problems in requirements engineering in small and medium software enterprises in Thailand

Supha Khankaew menciona que, a pesar de los numerosos intentos de mejorar la ingeniería de requisitos en pequeñas y medianas empresas de software en Tailandia, los principales problemas relacionados a esta temática aún persisten, dichos inconvenientes están relacionados con requisitos incompatibles e incompletos y con el manejo inadecuado de herramientas de gestión de requisitos (Khankaew & Riddle, 2014), en la investigación se detectaron los problemas más frecuentes que afectan a las PYMES en ese país:

- Requisitos cambiantes

- Los requisitos son inconsistentes o incompletos
- Falta de participación de los usuarios
- Falta de comunicación con el cliente
- Cambios no controlados en el alcance
- Soporte inadecuado de herramientas
- Falta de conocimiento sobre ingeniería de requisitos del equipo de desarrollo
- Asuntos de las partes interesadas
- Documentos de requisitos deficientes
- Límite de tiempo
- Cultural
- Gestión inadecuada de requisitos
- Falta de cooperación entre los socios del negocio

A quantitative study to identify critical requirement engineering challenges in the context of small and medium software enterprise

Según Souhaib Besrou, en la actualidad cada vez más compañías consideran a la ingeniería de requisitos como uno de los principales retos en el desarrollo de software (Besrou, Rahim, & Dominic, 2016), esto lo afirma en su estudio cuantitativo realizado a 63 pequeñas y medianas empresas de software en Malasia, donde se identificó los desafíos críticos de ingeniería de requisitos.

- Identificación pobre de los actores
- Mala comprensión de los requisitos complejos
- Falta de garantía en la satisfacción de las partes interesadas con los requisitos
- Adquirir el requisito vago y ambiguo
- Exigencia incorrecta
- Error en modelar los requisitos funcionales
- Baja trazabilidad de los requisitos
- Especificación mal definida
- Consideración de las cuestiones sociales y de organización
- Inconsistencia de los requisitos

- Relación sofisticada entre entidades
- Mala comprensión de los requisitos no funcionales
- Requisitos no prioritarios
- Comunicación deficiente durante la obtención de requisitos
- Preferencia de usuario poco clara
- Falta de documentación de los requisitos funcionales y requisitos no funcionales
- Baja generación de ideas de negocio
- Requisitos incompletos
- Mala comprensión de las restricciones de dominio
- Falta de documentación de las relaciones entre los requisitos y las partes interesadas
- Ambigüedad al definir el alcance y los límites del sistema
- Requisitos funcionales o no funcionales y restricciones del sistema que no se han definido
- Falta de definición evidente de los requisitos
- Tratamiento incorrecto de los riesgos de seguridad en los requisitos

Requirements in Web applications development

En el trabajo realizado por la Facultad de Ingeniería y Ciencias Exactas, UADE, ciudad de Buenos Aires, (Oliveros, Napolillo & Infesta, 2016) llamado “Prácticas de Ingeniería de Requisitos en el desarrollo de aplicaciones Web”, en diferentes empresas de Argentina se constató la debilidad en las metodologías de investigación.

Prácticas de Ingeniería de Requisitos en las Empresas de Desarrollo de Software, en la Ciudad de Quito - Ecuador.

A nivel Ecuador se ha podido verificar que no existen estudios que abarque la problemática en cuestión, únicamente se ha encontrado con un estudio similar en la provincia de Pichincha, en la cual se realizó una investigación que aborda las prácticas

de ingeniería de requisitos en las empresas de desarrollo de software (Simbaña, Simbaña, Hinojosa, & Ron, 2016). Los problemas que se han identificado en el estudio se listan a continuación:

- Falta de personal capacitado para el desarrollo de software
- Falta de personal especializado en la Ingeniería de Requisitos
- Pocos empresas cuentan con la certificación CMMI
- Inadecuado proceso de Ingeniería de Requisitos

2.8.1. Características del estado del arte.

La mayoría de los estudios que se analizaron, abordan los problemas que enfrentan las empresas de desarrollo de software en diferentes partes del mundo, ocasionando que el producto software no sea de calidad. Los estudios indican que uno de los motivos para esta falta de calidad son los inconvenientes que atraviesan los ingenieros en el proceso de IR.

Para identificar los problemas más críticos se han establecido encuestas que proporcionen las experiencias de los profesionales y permitan determinar prácticas comunes que emplean las organizaciones. La mala comunicación entre los involucrados es una dificultad crítica que ocasiona la incorrecta elicitación de los requerimientos (requisitos incompletos, ambiguos, ocultos e inconsistentes) y que generan varios cambios en el proceso de desarrollo del aplicativo o una vez culminado el sistema. Otro problema que se encontró explícito en la mayoría de artículos seleccionados es la falta de participación de los usuarios. En el Ecuador no existen estudios científicos que den a conocer las prácticas ni problemas de IR que existen en las empresas.

El análisis de estos estudios primarios motivó a la investigación a realizar una encuesta para determinar la situación actual de la industria de software en Ecuador en el ámbito de la Ingeniería de Requisitos; una vez identificados los inconvenientes críticos que se atraviesan en el proceso de IR se podrán realizar acciones concretas de mejora.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

La investigación científica es la actividad de búsqueda que se caracteriza por ser reflexiva, sistemática y metódica; tiene por finalidad obtener conocimientos y solucionar problemas científicos, filosóficos o empírico-técnicos, y se desarrolla mediante un proceso (UTP, 2003).

3.1.1 Metodología de métodos mixtos.

La metodología de métodos mixtos es un proceso que permite vincular diversos métodos en un mismo estudio, permitiendo recolectar y analizar tanto datos cuantitativos y cualitativos para responder al planteamiento del problema (Creswel, 2005).

De la misma manera Díaz afirma que la metodología de métodos mixtos está orientada a la recolección, análisis de datos y la combinación de aproximaciones cualitativas y cuantitativas en las fases del proceso de investigación en un estudio determinado (Díaz, 2014).

Para el presente estudio se utilizó la metodología de métodos mixtos la cual consta de las siguientes fases:

- En la primera fase se utilizó el método científico para realizar la postulación de la hipótesis y la formulación de las variables de investigación.
- Como segunda fase se realizó una revisión semiestructurada de la literatura de las distintas fuentes primarias de investigación que abordan la falta de calidad en el producto software, al igual que los problemas críticos que enfrenta la industria de software en el proceso de ingeniería de requisitos. Mediante un

mapeo sistemático de la literatura reducido bajo los lineamientos de Kitchenham.

- En la tercera fase se determinó la información más distintiva de la industria de software en el país mediante la caracterización de las empresas del sector software con los códigos que se encuentra en el repositorio digital de la SUPERCIA.
- La cuarta fase se aplicó método estadístico para determinar la población de estudio y la muestra significativa.
- Como quinta fase se realizó una investigación exploratoria y un método empírico que permitió un acercamiento preliminar científico al problema, debido a que el tema a tratar no ha sido lo suficientemente estudiado y las condiciones existentes no son aún determinadas (Alvarez-Gayou, 2003).
- En la fase final se utilizó el método inductivo mediante la aplicación de la encuesta que permitió obtener de casos particulares conclusiones generales.

Por consiguiente, la presente investigación utiliza la metodología de métodos mixtos que contempla las actividades que se muestran en la Tabla 4:

Tabla 4

Actividades realizadas en la metodología de métodos mixtos

ACTIVIDAD	MÉTODO / TÉCNICA	TAREAS	RESULTADOS
Fundamentar la base de conocimientos	Método científico	<ul style="list-style-type: none"> -Establecer la hipótesis del estudio -Identificar las variables de investigación -Realizar la red de categorías 	<ul style="list-style-type: none"> • Marco teórico

CONTINÚA 

Establecer el estado del arte	Mapeo sistemático de la literatura (reducido) de artículos científicos	<ul style="list-style-type: none"> -Conformar el grupo de control -Crear de la cadena de búsqueda -Buscar en una base digital -Filtrar artículos mediante criterios de inclusión y exclusión 	• Estado del Arte
Caracterizar el sector software	<p>Entrevistas a personal de entidades como la: SUPERCIA y el SRI.</p> <p>Método estadístico (Distribución de frecuencias e intervalos)</p>	<p>-Identificar características relevantes de la industria de Software en el Ecuador:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ubicación • Empresas activas • Ventas netas e ingresos • Comercio exterior • Tipo de compañía 	• Reporte de la situación actual del sector de desarrollo de software
Determinar población y muestra	Método estadístico (Fórmula para determinar una población finita)	<ul style="list-style-type: none"> -Establecer la población de estudio -Aplicar la fórmula para la muestra 	• Valor de la muestra es igual a 86 y la lista de empresas para la aplicación de la encuesta.
Ejecutar la encuesta	<p>Métodos empírico</p> <p>Método exploratorio</p> <p>Método inductivo</p> <p>Método estadístico (promedio, cuartiles e intervalo de clases)</p>	Procesar y analizar los datos	• Resultados del cuestionario

3.1.1.1 Investigación exploratoria.

La investigación exploratoria permite un acercamiento preliminar científico a un problema que no ha sido lo suficientemente estudiado, dando a conocer condiciones que aún no son determinadas (Alvarez-Gayou, 2003).

3.1.1.2 Método inductivo.

El método inductivo permite obtener de datos particulares, conclusiones generales (Isadore Newman, 2008).

CAPÍTULO IV

NAPIRE

4.1 INTRODUCCIÓN A NAPIRE

NaPiRE es una organización sin fines de lucro que estudia las prácticas y los problemas que aborda la ingeniería de requisitos mediante una familia de encuestas distribuidas globalmente (Ver Figura 15) que se ejecutan dos veces al año («NaPiRE - Naming the Pain in Requirements Engineering», s. f.). El objetivo principal de NaPiRE es establecer la primera teoría holística sobre las tendencias industriales de la IR enfocadas a dar respuesta a las siguientes interrogantes:

- ¿Cuáles son las prácticas y experiencias de la IR en la industria?
- ¿Cómo se manifiestan los problemas en el proceso de IR?
- ¿Cuáles son los posibles factores de éxito en la IR?

Esta organización está conformada por un gran número de países miembros, los cuales contribuyen al logro de los objetivos planteados. En la Tabla 5 se presenta la lista de los 25 países miembro:

Tabla 5

Listado de países miembros de la red NaPiRE

PAÍSES MIEMBROS				
Argentina	China	Alemania	Países Bajos	Suecia
Australia	Cuba	India	Nueva Zelanda	Suiza
Austria	Ecuador	Italia	Noruega	Reino Unido
Brasil	Estonia	Japón	Portugal	Uruguay
Canadá	Finlandia	Luxemburgo	España	EE. UU.

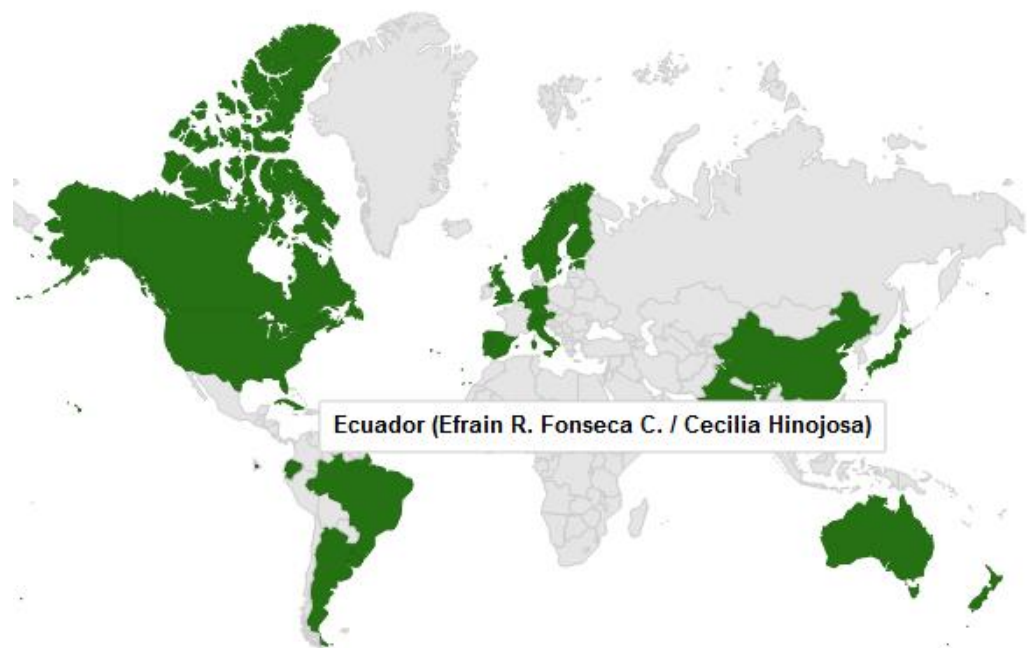


Figura 15 Mapamundi con los países miembros de NaPiRE

4.2 DESCRIPCIÓN DE LA ENCUESTA NAPIRE

La formulación de la encuesta NaPiRE se llevó a cabo para que participen todos los miembros involucrados en el proyecto, con preferencia a los profesionales que se dedican al proceso de ingeniería de requisitos. La encuesta está compuesta por 40 preguntas, las cuales están dividida en 6 diferentes categorías, que se detallan a continuación:

- Información general sobre el encuestado y el proyecto al que pertenece.
- Preguntas sobre las prácticas realizadas para *elicitación* de requisitos.
- Preguntas sobre las prácticas realizadas para la *documentación* de requisitos.
- Preguntas sobre las prácticas realizadas para la *validación* de requisitos.
- Preguntas sobre las prácticas realizadas para la *gestión* de requisitos.
- Preguntas sobre los problemas contemporáneos que experimenta el profesional en IR y cómo estos problemas se manifiestan en el proceso.

La encuesta está formulada con preguntas tanto abiertas como cerradas, las opciones de respuesta de las preguntas cerradas pueden ser de dos tipos: opción única o múltiple; adicionalmente se incluye la opción “otro” con el fin de obtener desviaciones específicas de la encuesta.

Algunas preguntas necesitan medir el grado de satisfacción para lo cual la encuesta utiliza la escala Likert que mide las actitudes o grado de conformidad. Esta escala tiene cinco niveles de respuesta, indicando el grado de acuerdo o desacuerdo de la persona encuestada.

En la Tabla 6 se enumeran el total de preguntas de la encuesta NaPiRE, las primeras 14 preguntas permiten obtener una caracterización fiable del equipo de proyecto, el resto de preguntas incluyen el proceso de IR con sus prácticas y problemas.

Se estableció una abreviatura para cada tipo de pregunta:

Pregunta Cerrada

- Opción múltiple – OM
- Opción única – OU
- Escala de Likert – EL
 - Muy insatisfecho
 - Insatisfecho
 - Ni insatisfecho ni satisfecho
 - Satisfecho
 - Muy satisfecho

Pregunta Abierta – PA

Tabla 6*Preguntas correspondientes a la encuesta*

N°	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	TIPO
1		¿En qué provincia se encuentra radicada su empresa?	OU
2		¿Cuántas personas están participando en su proyecto?	PA
3		Elija el sector principal de su proyecto y el dominio de aplicación del software que está desarrollando.	OU
4		Seleccione la clase de sistemas o servicios en los que trabaja en el contexto de su proyecto.	OU
5		¿Cuál (es) son los atributos de calidad?	OM
6		¿Está distribuido su proyecto?	OU
7		¿Cuál es el rol principal que ocupa en su proyecto?	OU
8	Datos del Proyecto	¿Cuántos años de experiencia industrial tiene en su rol?	PA
9		¿Tiene una certificación en este rol?	OU
		¿Cuál certificación tiene?	PA
10		¿Qué rol organizativo tiene su equipo de proyecto en su proyecto?	OU
11		¿Cómo caracterizaría personalmente su forma de trabajar en su proyecto?	OU
12		¿Cómo calificaría la relación entre su equipo de proyecto y su cliente?	OU
13		¿Cuál es la razón de la relación particularmente mala?	PA
14		¿Cuál es la razón de la relación particularmente buena?	PA
15	Elicitación	¿Cómo realiza la elicitación o levantamiento de requisitos en su proyecto?	OM

CONTINÚA 

16		¿Qué técnicas utiliza para la elicitación de requisitos?	OM
17		¿Quién tiene la responsabilidad principal de capturar requisitos?	OM
18		¿A qué nivel de granularidad documenta requisitos, y cuándo?	OU
19		¿Cómo utiliza los requisitos documentados?	OM
20		¿Qué información se distingue explícitamente al documentar los requisitos?	OM
21	Documentación	¿Cómo documenta requisitos?	OM
22		¿Qué clases de requisitos no funcionales considera explícitamente en su documentación de requisitos?	OM
23		¿Cómo documenta cada tipo de requisitos no funcionales seleccionado?	PA
24		¿Cómo verifica y/o valida sus requisitos?	OM
25	Validación	¿Cómo alinea las pruebas software con los requisitos?	OM
26	Gestión	¿Cómo se trabaja con requisitos que cambian después de un lanzamiento (release) inicial del sistema (o partes de él)?	OU
27		En este momento, ¿Qué tan satisfecho se encuentra sobre cómo se realiza la ingeniería de requisitos en su proyecto?	EL
28	Problemas, causas y efectos	¿Por qué está bastante satisfecho con la forma en que se realiza la ingeniería de requisitos en su proyecto?	PA
29		¿Por qué está bastante insatisfecho con la forma en que se realiza la ingeniería de requisitos en su proyecto?	PA

CONTINÚA 

30	¿Cuáles son las consecuencias de la ingeniería de requisitos satisfactorios?	PA
31	¿Cuáles son las consecuencias de la ingeniería de requisitos insatisfactoria?	PA
32	En algún momento del pasado, es probable que no estuvo completamente satisfecho con la ingeniería de requisitos de su proyecto.	PA
	¿Qué hizo para solucionarlo?	
33	¿Qué debe cambiar en su ingeniería de requisitos para hacerla satisfactoria?	PA
34	Tomando en cuenta sus experiencias personales, ¿Cómo aplican en su proyecto los siguientes problemas de la ingeniería de requisitos?	EL
35	Teniendo en cuenta los problemas que ha experimentado personalmente indicados en la pregunta anterior, ¿cuáles clasificaría como los CINCO más críticos?	PA
36	Teniendo en cuenta sus problemas más críticos personalmente experimentados seleccionados en la pregunta anterior, ¿cuáles son sus causas?	PA
37	Teniendo en cuenta sus problemas personales más críticos seleccionados en la pregunta anterior, ¿cuáles son sus implicaciones?	PA
38	Además de los problemas enumerados en las preguntas anteriores, ¿hay otro problema importante que haya experimentado en su proyecto?	PA
39	En caso de que desee ser notificado sobre los resultados, complete su dirección de correo electrónico.	PA
40	Preguntas de información adicional En principio, ¿estaría dispuesto a participar en una entrevista en el futuro para las preguntas de seguimiento?	OU

4.3 ENCUESTA NAPIRE EN ECUADOR

Como ya se había señalado en capítulos anteriores, existe únicamente un estudio que abarca las prácticas y problemas de la ingeniería de requisitos exclusivamente en una provincia del Ecuador, es por este motivo que replicar la encuesta NaPiRE a nivel país permitirá conocer el estado actual de la ingeniería de requisitos en la industria de software.

NaPiRE ha realizado sus estudios de IR con el aporte de varios países, la primera ejecución de la familia de encuestas se realizó únicamente en Alemania con el objetivo de probar una teoría sobre el statu quo de la IR, para la segunda aplicación tuvo el aporte de 10 países y la encuestas se enfocó en aspectos más específicos sobre los problemas, causas y efectos de la IR (Fernández et al., 2015). Actualmente NaPiRE se encuentra en su tercera ejecución de encuestas a nivel mundial.

El objetivo de aplicar la encuesta NaPiRE en el Ecuador es presentar y reportar los primeros resultados obtenidos hasta el mes de Enero del 2018, para dar a conocer los posibles problemas comunes que enfrenan los profesionales en IR en el país, además de identificar y corregir ciertas debilidades dentro de los datos obtenidos.

CAPÍTULO V

CARACTERIZACIÓN DE LAS EMPRESAS DE SOFTWARE EN EL ECUADOR

Considerando que se pretende realizar la aplicación de la encuesta bajo los lineamientos de NaPiRE en el Ecuador, el presente capítulo busca conocer aspectos relevantes de las empresas de software.

5.1 ESTRATEGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS CON FUENTES PRIMARIAS

Para obtener los datos en las empresas de desarrollo de software en Ecuador, se identificaron las fuentes primarias, encontrando que las entidades encargadas de administrar los registros de datos públicos son la Superintendencia de Compañías (SUPERCIAS) y el Servicio de Rentas Internas (SRI).

Por otro lado, se gestionó la entrega de información por parte del SRI, esta institución brindó acceso a los autores de este estudio, al cubo SAIKU-UI. De esta manera se contó con información relacionada a aspectos tributarios.

Otra fuente de información que se utilizó para el estudio, fue el catálogo 2015 publicado por la Asociación Ecuatoriana de Software (AESOFT), documento que provee los datos de contacto de sus empresas miembro.

5.2 FASES PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR SOFTWARE

5.2.1 Planificación.

El plan para realizar la caracterización de las empresas, consideró las actividades que se listan a continuación:

- Formular la problemática a resolver
- Definir los objetivos y el alcance de la investigación

- Realizar un cronograma de las actividades
- Identificar las características necesarias para el estudio
- Recolectar datos de las páginas web de entidades públicas del Ecuador.
- Analizar y organizar los datos obtenidos
- Presentar los resultados

5.2.2 Procesamiento de datos.

Para realizar el procesamiento de los datos se consideró las empresas cuya principal actividad económica es la ingeniería de software. Es por ello, que se determinó incluir 14 CIIUs (Clasificación Industrial Internacional Uniforme adaptada para Ecuador) para el estudio. Esto en concordancia con lo que considera la AESOFT, como las actividades más representativas de la Industria del Software, de los cuales tres CIIUs se dedican exclusivamente al desarrollo de software.

Teniendo estos datos se verificó cuidadosamente que se ajusten con los siguientes criterios que son relevantes para incluirlos en la investigación:

- Validez: Los datos se originaron en repositorios públicos y no en fuentes externas al Estado.
- Pertinencia: Los datos se consideran oportunos porque se pretende realizar un estudio empírico en el sector software y se requiere tener un preámbulo para la investigación.
- Datos vigentes: Toda la información obtenida de las entidades públicas es del año 2017.
- Fiabilidad de los datos: Los datos obtenidos son únicamente de entidades públicas que se ajustan a la “Ley del sistema nacional de registro de datos públicos” el cual garantiza una correcta administración y accesibilidad de los datos públicos.

5.2.3 Organización y análisis de datos.

Los datos resultantes de las actividades anteriores se organizaron y analizaron por criterios que se consideraron relevantes.

Para obtener una visión integral de la situación actual de la industria de software. El análisis de datos se realizó por los siguientes criterios:

Actividad económica

- CIU principal

Constitución de la empresa

- Fecha de creación
- Tipo de compañía

Ubicación geográfica

- Provincia

Aspectos económicos

- Total de ingresos
- Ventas anuales
- Comercio exterior

Estado social

- Activo
- Pasivo

5.3 LA INDUSTRIA SOFTWARE DEL ECUADOR

La industria de software en el Ecuador está comprendida por varias actividades económicas clasifican por CIUs, la Tabla 7 indica la descripción de cada código, número total de empresas creadas y el total de empresas que se encuentran activas.

Tabla 7*Descripción de los códigos CIU*

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	TOTAL DE EMPRESAS	NÚMERO DE EMPRESAS ACTIVAS	PORCENTAJE
C3312.91	Servicios de reparación de mantenimiento de máquinas y herramientas de oficina y contabilidad a cambio de una retribución o por contrato máquinas de escribir, fotocopiadoras, basculas, calculadoras sean o no eléctricas.	59	14	24%
G4651.02.01	Venta al por mayor de programas informáticos	1172	425	36%
J5820.00.01	Actividades de publicación de programas informáticos comerciales (no personalizados): sistemas operativos, aplicaciones comerciales y otras aplicaciones.	644	123	19%
J6201.01	Actividades de diseño de la estructura y el contenido de los elementos siguientes (y/o escritura del código informático necesario para su creación y aplicación): programas de sistemas operativos (incluidas actualizaciones y parches de corrección) como aplicaciones informáticas (incluidas actualizaciones y parches de corrección), base de datos y páginas web.	3338	671	20%
J6201.02	Adaptación de programas informáticos a las necesidades de los clientes, es decir, modificación y configuración de una aplicación existente para que pueda funcionar adecuadamente con los sistemas de información de que dispone el cliente.	2028	495	24%
J6202.10.01	Actividades de planificación y diseño de sistemas informáticos que integran equipo y programas	2555	682	27%

CONTINÚA 

	informáticos y tecnología de las comunicaciones			
J6202.20.01	Servicios de gestión y manejo in situ de sistemas informáticos e instalaciones de procesamiento de datos de los clientes y servicios de apoyo conexos	1670	429	26%
J6209.01.01	Actividades relacionadas a la informática como recuperación en casos de desastre informático_ instalación de programas informáticos	1558	404	26%
J6209.02	Actividades de instalación (montaje) de computadoras personales	1126	309	27%
J6311.01.02	Preparación de registros computarizados que contengan datos de una manera preestablecida	264	73	28%
J6311.02	Actividades de procesamiento y suministro de servicio de registro de datos: elaboración completa de datos facilitados por los clientes, generación de informes especializados a partir de datos facilitados por los clientes.	360	95	26%
J6311.03	Servicios de aplicaciones	231	73	32%
J6311.04	Suministro a los clientes de acceso en tiempo compartido a servicios centrales.	137	48	35%
S9511.01	Reparación y mantenimiento de: computadoras de escritorio, computadoras portátiles, servidores informáticos, computadoras de mano (asistentes digitales personales), unidades de disco magnético, unidades de memoria USB y otros dispositivos de almacenamiento; unidades de disco óptico (CD-RW, CD-ROM, DVD-ROM, DVD-RW), módems internos y externos, impresoras, pantallas, teclados, ratones, palancas de mando y bolas rodantes, proyectores informáticos, escáneres, incluidos lectores de código de barras.	761	98	13%
	TOTAL	15903	3939	100%

Los siguientes datos muestran el número total de empresas creadas de la industria de software desde el año 1977, hasta el mes de septiembre del 2017, conjuntamente se detalla el número total de las empresas que actualmente se encuentran activas (Ver Tabla 8).

Tabla 8

Creación de empresas 1977 – Septiembre 2017

NÚMERO DE EMPRESAS CREADAS	NÚMERO DE EMPRESAS ACTIVAS	PORCENTAJE DE EMPRESAS ACTIVAS
15903	3939	25%

La siguiente gráfica indica el alto porcentaje de empresas de la industria de software que se encuentran cerradas ya que de 15903 empresas creadas en los 40 años.

Únicamente se mantienen activas 3939 empresas que representan apenas el 25% (Ver Figura 16). Por lo tanto, se puede inferir que existe un alto nivel de mortalidad de las empresas del sector software, ya que el 75% de empresas se encuentran cerradas. En la información disponible no fue posible identificar las causas de cierre; constituyéndose éste en un tema para futuras investigaciones.

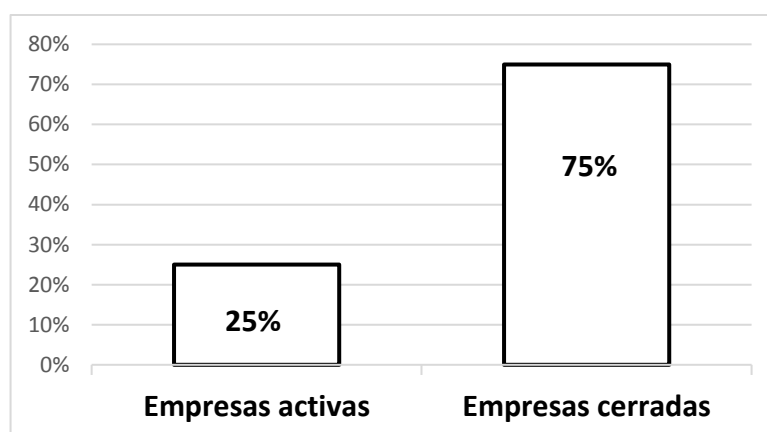


Figura 16 Creación de empresas

5.3.1 Inscripción de empresas por período (1977-Septiembre 2017).

Para representar de mejor manera los períodos de inscripción de las empresas se ha empleado una distribución de frecuencias para variables cuantitativas continuas, de esta manera los datos se los organizó en cuadros de distribución de frecuencia con intervalos (Rodríguez, Pierdant, Rodríguez, 2016).

Para obtener el número de intervalos de clase se utilizó la regla de “STURGES” definida como: $k = 1 + 3,3 \log(N)$ en donde, $N = 3939$ empresas, que es el número de elementos de la muestra; por lo tanto reemplazando los valores se obtiene que $k = 1 + 1,33(\log 3939)$, obteniendo como resultado $K=5,78 \rightarrow k=6$.

Para obtener la amplitud de intervalo de clase se empleó la fórmula $C = \frac{R}{k}$ con el fin de agrupar un conjunto de años de inscripción, para especificar cuantas empresas hay en cada intervalo, conociendo que R es el rango

Se tiene que $R = 2017 - 1977$ es decir $R = 40$ y C es el número de intervalos de clase que en este caso es $C = \frac{40}{6} = 6,66 = 7$.

En la Tabla 9 se indica el número de empresas creadas en cada uno de los intervalos generados.

I1= [1976; 1982]

I2= [1983; 1989]

I3= [1990; 1996]

I4= [1997; 2003]

I5= [2004; 2010]

I6= [2011; 2017]

Tabla 9*Inscripción de empresas por período (1977-Septiembre 2017)*

CIUs / Período	1976- 1982	1983- 1989	1990- 1996	1997- 2003	2004- 2010	2011- 2017	TOTAL
C3312.91	0	2	0	1	4	7	14
G4651.02	2	3	12	25	57	326	425
J5820.00	0	1	2	15	47	58	123
J6201.01	1	2	10	35	66	557	671
J6201.02	0	0	4	15	47	429	495
J6202.10	3	5	12	30	69	563	682
J6202.20	0	2	3	7	14	403	429
J6209.01	0	0	1	19	28	356	404
J6209.02	0	0	0	0	2	307	309
J6311.01	0	0	0	2	8	63	73
J6311.02	0	2	1	2	7	83	95
J6311.03	0	0	0	1	0	72	73
J6311.04	0	0	0	0	1	47	48
S9511.01	0	1	5	11	15	66	98
TOTAL PERÍODO	6	18	50	163	365	3337	3939

En los últimos cuarenta años el crecimiento de la industria del software se ve reflejado en la última década comprendida en el periodo 2011-2017, como se muestra en la gráfica 14. El 84% de las empresas que se encuentran activas fueron creadas en los últimos 6 años. Esto demuestra un importante crecimiento de la industria de software en este período (Ver Figura 17).

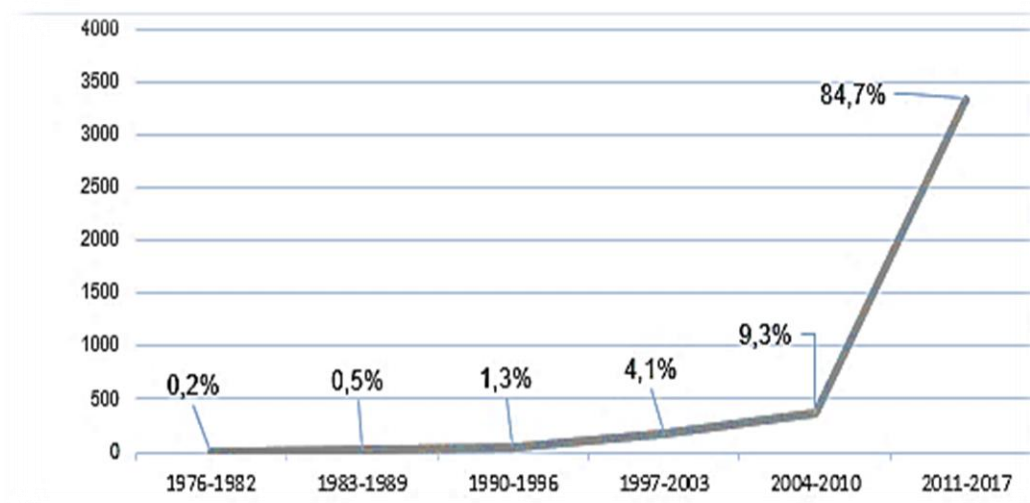


Figura 17 Fecha de inscripción

5.3.2 Número de empresas activas por provincia (1997-Septiembre 2017).

A continuación se detallan la información del número empresas activas en la industria de software en Ecuador por provincias (Ver Tabla 10):

Tabla 10

Número de empresas activas por provincia (1997-Septiembre 2017):

PROVINCIAS	TOTAL	
	# ACTIVAS	PORCENTAJE
Pichincha	2070	52,55%
Guayas	1331	33,79%
Azuay	193	4,90%
Otras	345	8,76%

En la Figura 18 se muestra las provincias con mayor número de sociedades activas dedicadas al sector software, donde se puede constatar que la provincia con mayor porcentaje de empresas es Pichincha con 53%, seguido por Guayas con 34% y por último Azuay con el 5%.

Estos datos coinciden con las provincias que tienen mayor población y mayor número de establecimientos económicos (Censo, 2010).

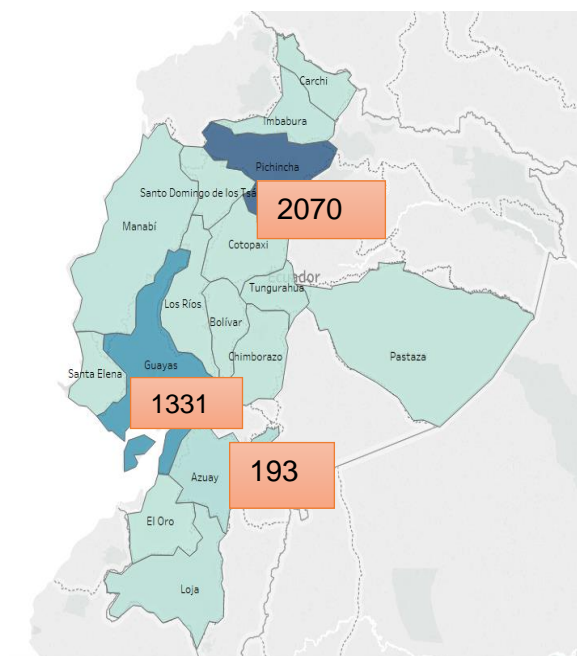


Figura 18 Número de empresas activas en las principales provincias

5.3.3 Ventas netas locales por CIU (2016).

Las ventas locales de los CIUs analizados ascienden a 384 millones, durante el año 2016. En la Tabla 11 se presentan, en orden descendente, las ventas locales de cada CIU y el porcentaje correspondiente.

Tabla 11*Ventas netas locales por CIU (2016)*

CIU	DESCRIPCIÓN	VENTAS TOTALES (USD)	PORCENTAJE
J6201.01	Actividades de diseño de la estructura y el contenido de los elementos siguientes: programas de sistemas operativos, aplicaciones informáticas, BD y páginas web.	\$ 150.124.773	39,03%
J6209.01	Actividades relacionadas a la informática como recuperación en casos de desastre informático e instalación de programas informáticos.	\$ 111.905.572	29,09%
S9511.01	Reparación y mantenimiento de: computadoras, servidores informáticos, unidades de almacenamiento y otros dispositivos.	\$ 38.061.969	9,90%
J6311.02	Actividades de procesamiento y suministro de servicio de registro de datos (informes especializados).	\$ 30.592.550	7,95%
J6202.10	Actividades de planificación y diseño de sistemas informáticos que integran equipo y programas informáticos y tecnología de las comunicaciones	\$ 22.440.620	5,83%

CONTINÚA 

J6311.04	Suministro a los clientes de acceso en tiempo compartido a servicios centrales.	\$13.655.976	3,55%
OTROS	Otros	\$ 17.842.571	4,64%
TOTAL		\$384.624.031	100,00%

La Figura 19 de barras presenta el porcentaje de ventas netas locales que realiza cada CIU en el país.

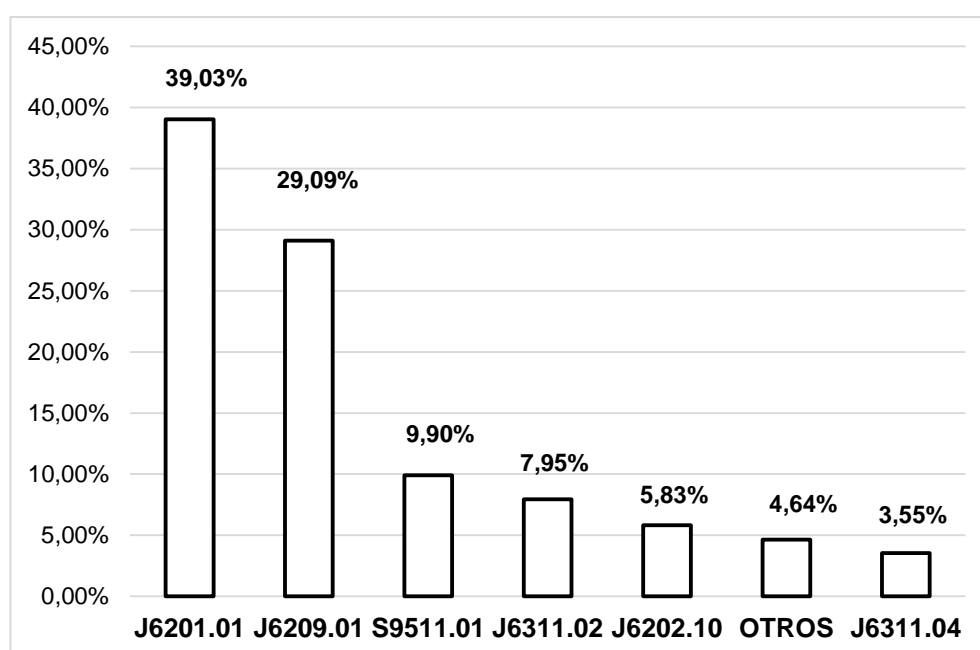


Figura 19 Ventas netas locales por CIU – 2016

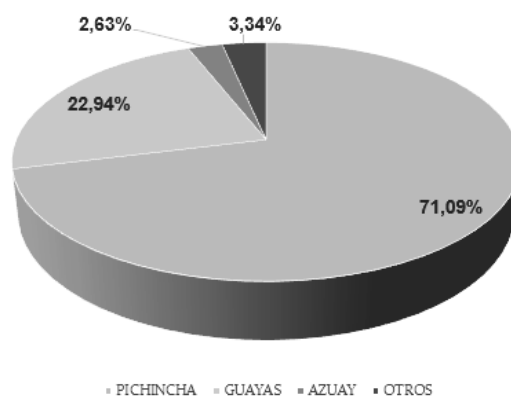
5.3.1.1. Ventas netas locales por provincia (2016).

A continuación se presenta datos de las ventas locales por provincia que realiza el sector software, donde se pudo verificar que la provincia que mayores ingresos obtiene es Pichincha con ventas de 106 millones de dólares anuales aproximadamente, seguido de Guayas con ventas anuales de 34 millones de dólares en el año 2016 (Ver Tabla 12).

Tabla 12*Ventas netas locales por provincia (2016)*

PROVINCIA	J620101	PORCENTAJE	J620901	PORCENTAJE
PICHINCHA	US\$ 106.727.362	71,09%	US\$ 9.812.029	8,77%
GUAYAS	US\$ 34.435.286	22,94%	US\$ 99.837.794	89,22%
AZUAY	US\$ 3.953.394	2,63%	US\$ 729.605	0,65%
OTROS	US\$ 5.008.729	3,34%	US\$ 1.526.142	1,36%
TOTAL	US\$ 150.124.773	100,00%	US\$ 111.905.572	100,00%

Las ventas netas locales del CIU J6201.01 el cual se dedica a actividades de diseño de estructura y contenido de programas de sistemas operativos, aplicaciones informáticas, BD y páginas web, muestran que Pichincha tiene el mayor porcentaje de contribución en relación al resto de provincias del Ecuador (Ver Figura 20).

**Figura 20** Ventas netas locales CIU: J620101

Otro CIU que proporciona un gran aporte a la industria de software es el J6209.01 cuya actividad está relacionada a la recuperación de datos en caso de desastre

informático e instalación de programas informáticos, donde la provincia que mayores ventas netas locales refleja es Guayas (Ver Figura 21).

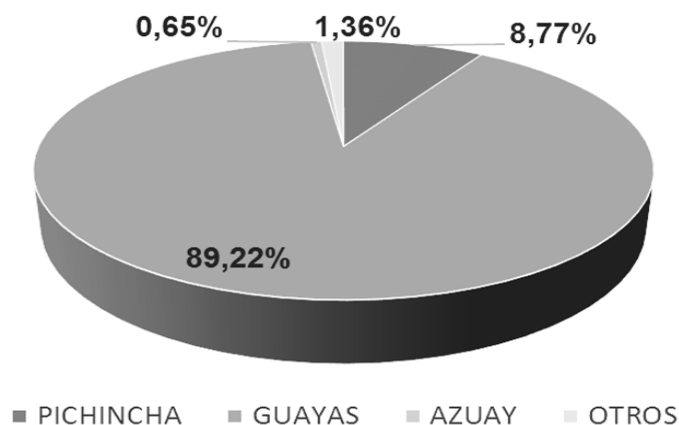


Figura 21 Ventas netas locales CIIU: J620901

5.3.4 Ingresos por CIIUs (2016).

El SRI proporciona información de los ingresos que las empresas obtienen donde se pudo constatar que el CIIU con mayor cantidad de ingresos es el J6201.01 que se dedica al desarrollo de programas informáticas, obteniendo casi la mitad del total de ingresos de la industria. Para contrastar la información que se obtuvo, la actividad económica que menor porcentaje de ingresos que adquiere es el CIIU J6311.03, el cual se dedica a brindar servicios de aplicaciones (Ver Tabla 13).

Tabla 13

Ingresos por CIIUs (2016)

CIIU	DESCRIPCIÓN	TOTAL DE INGRESOS (USD)	PORCENTAJE
J6201.01	Actividades de diseño de la estructura y el contenido de los elementos siguientes: programas de sistemas operativos, aplicaciones informáticas, BD y páginas web.	\$ 228.666.831	45,88%

CONTINÚA →

J6209.01	Actividades relacionadas a la informática como recuperación en casos de desastre informático e instalación de programas informáticos	\$ 126.794.95	25,44%
J6311.02	Actividades de procesamiento y suministro de servicio de registro de datos (informes especializados).	\$ 45.953.293	9,22%
S9511.01	Reparación y mantenimiento de: computadoras, servidores informáticos, unidades de almacenamiento y otros dispositivos.	\$ 40.589.212	8,14%
J6202.10	Actividades de planificación y diseño de sistemas informáticos que integran equipo y programas informáticos y tecnología de las comunicaciones	\$ 23.522.699	4,72%
J6311.04	Suministro a los clientes de acceso en tiempo compartido a servicios centrales.	\$ 14.097.516	2,83%
G465102	Venta al por mayor de programas informáticos	\$ 7.694.150	1,54%
C331291	Servicios de reparación de mantenimiento de máquinas y herramientas de oficina	\$ 2.688.099	0,54%
J620220	Servicios de gestión y manejo in situ de sistemas informáticos e instalaciones de procesamiento de datos de los clientes y servicios de apoyo conexos	\$ 2.144.403	0,43%
J631101	Preparación de registros computarizados que contengan datos de una manera preestablecida	\$ 1.585.237	0,32%
J620102	Actividades de instalación (montaje) de computadoras personales	\$ 1.480.978	0,30%
J582000	Actividades de publicación de programas informáticos comerciales (no personalizados)	\$ 1.415.767	0,28%

CONTINÚA →

J620902	Adaptación de programas informáticos a las necesidades de los clientes.	\$ 1.319.306	0,26%
J631103	Servicios de aplicaciones	\$ 502.784	0,10%
TOTAL		\$ 498.455.231	100,00%

La Figura 22 denota los porcentajes de aportación de los ingresos de cada actividad económica donde se puede observar el declive de aportación del CIU G465102 el cual apenas contribuye con el 1,54% a la industria de software y la unión del grupo restante de CIUs apenas reflejan el 2,23% de ingresos totales.

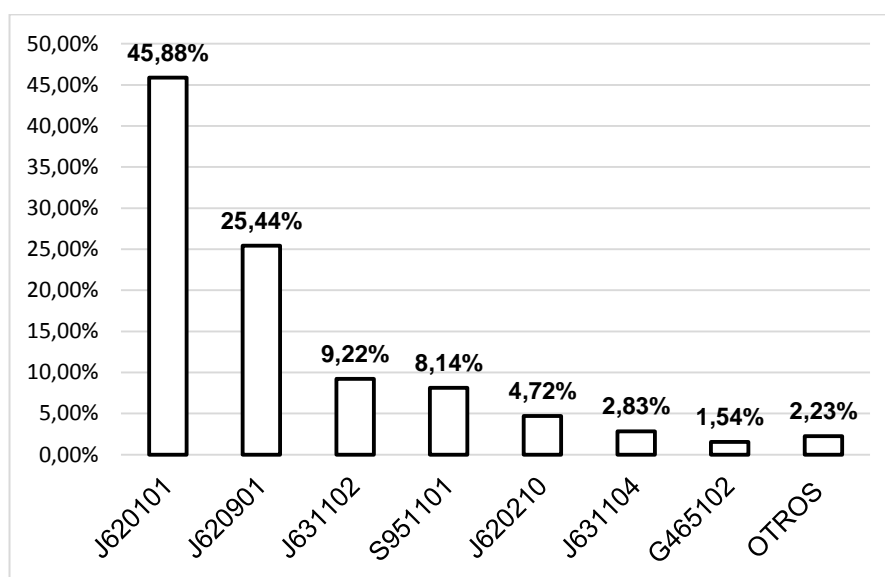


Figura 22 Ingreso por CIUs (2016)

5.3.5 Comercio del sector software (1997 - 2017).

La siguiente gráfica muestra el análisis del comercio que realizan los contribuyentes del sector software. Se puede observar que de las 3939 empresas activas de la industria de software, apenas 50 empresas realizan importaciones y exportaciones. La mayoría de las empresas de software generan ingresos a partir de ventas locales (Ver Figura 23).

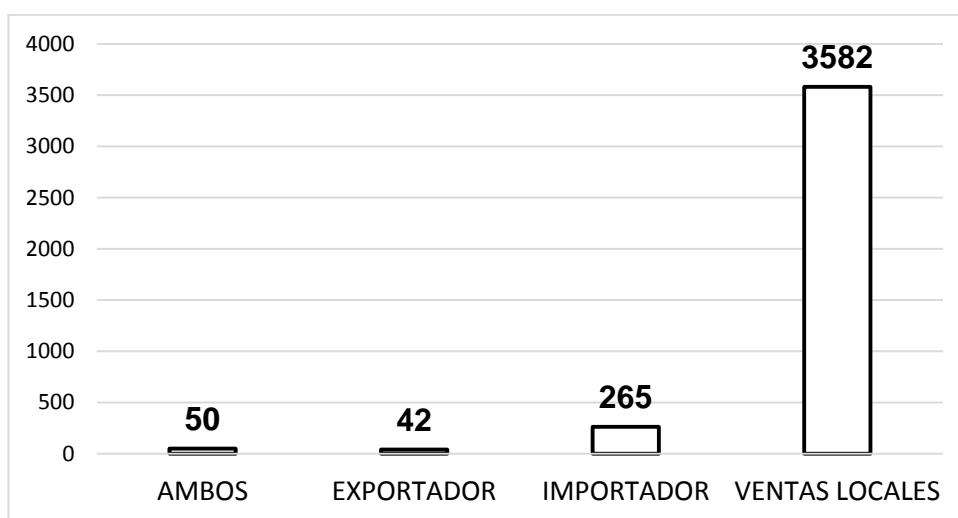


Figura 23 Comercio del sector software (1997 - 2017)

5.4 SECTOR DE DESARROLLO DE SOFTWARE

Los CIUs J6201.01, J6201.02 y J6202.10 como se muestra en la descripción de la Tabla 14, tienen como principal actividad económica el desarrollo de programas informáticos. En el proceso anterior de caracterización de la industria del software se dio a conocer los datos más importantes de las empresas, en donde se constató que el CIU J6201.01 proporciona el aporte más significativo en relación a: ingresos, ventas netas locales y exportaciones para el sector software.

Tabla 14

Descripción de los códigos CIU escogidos

CÓDIGOS CIU	DESCRIPCIÓN
J6201.01	Actividades de diseño de la estructura y el contenido de los elementos siguientes (y/o escritura del código informático necesario para su creación y aplicación): programas de sistemas operativos (incluidas actualizaciones y parches de corrección), aplicaciones informáticas (incluidas actualizaciones y parches de corrección), bases de datos y páginas web.

CONTINÚA →

J6201.02	Adaptación de programas informáticos a las necesidades de los clientes, es decir, modificación y configuración de una aplicación existente para que pueda funcionar adecuadamente con los sistemas de información de que dispone el cliente.
J6202.10	Actividades de planificación y diseño de sistemas informáticos que integran equipo y programas informáticos y tecnología de las comunicaciones.

5.4.1 Número de empresas activas por provincia del CIU J6201.

El número total de empresas activas del CIU J6201.01 es de 671, en la Tabla 15 se listan el número total de compañías que trabajan en las diferentes provincias del Ecuador:

Tabla 15

Número de empresas activas por provincia

PROVINCIAS	Nº EMPRESAS	PORCENTAJE
Pichincha	371	55,29%
Guayas	203	30,25%
Azuay	33	4,92%
Manabí	14	2,09%
Imbabura	11	1,64%
Loja	10	1,49%
Tungurahua	8	1,19%
Chimborazo	5	0,75%
El Oro	4	0,60%
Cotopaxi	3	0,45%

CONTINÚA 

Esmeraldas	3	0,45%
Los Ríos	2	0,30%
Santo Domingo de los Tsáchilas	2	0,30%
Pastaza	1	0,15%
Santa Elena	1	0,15%
Otras	0	0,00%
TOTAL	671	100%

5.4.2 Regionalización.

En la Tabla 16 muestra el número total por sociedades activas dedicadas al desarrollo de software por regiones, donde se puede constatar que la región con mayor porcentaje de empresas es la Sierra con 65,7, 6%, seguido por la Costa con 34,1% mientras que el Oriente solamente cuenta con una empresa representando el 0,1% (Ver Figura 24). Debido a que no se encuentra información disponible de la región Insular no consta en el presente estudio.

Tabla 16

Empresas activas - Regiones

REGIONES	EMPRESAS ACTIVAS	PORCENTAJE
Sierra	441	65,7%
Costa	229	34,1%
Oriente	1	0,1%
TOTAL	671	100%

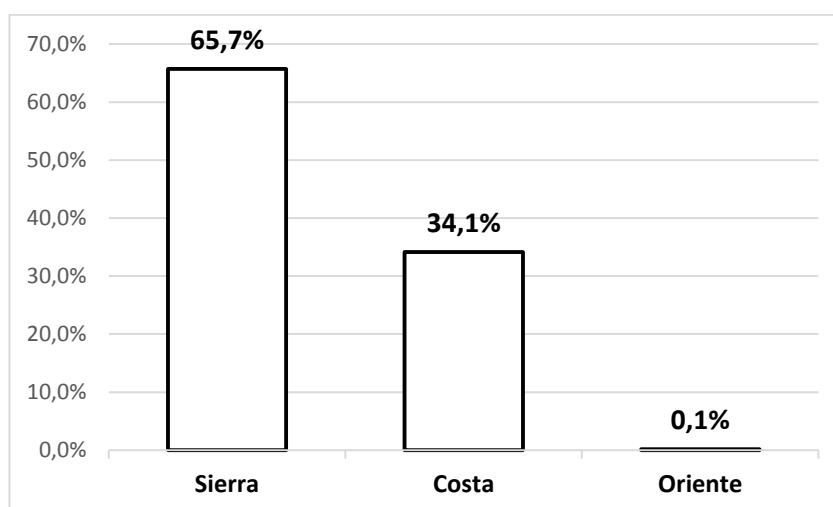


Figura 24 Empresas activas – Regiones

5.3.1.2. Empresas activas – Costa.

En la Tabla 17 muestra el número total de sociedades activas dedicadas al desarrollo de software de la región Litoral o Costa, donde se puede constatar que la provincia con mayor porcentaje de empresas activas es la provincia de Guayas con un 88,65% como se muestra en la Figura 25.

Tabla 17

Empresas activas - Costa

PROVINCIA	EMPRESAS ACTIVAS	PORCENTAJE
Guayas	203	88,65%
Manabí	14	6,11%
El Oro	4	1,75%
Esmeraldas	3	1,31%
Los Ríos	2	0,87%
Santo Domingo de los Tsáchilas	2	0,87%

CONTINÚA →

Santa Elena	1	0,44%
TOTAL	229	100%

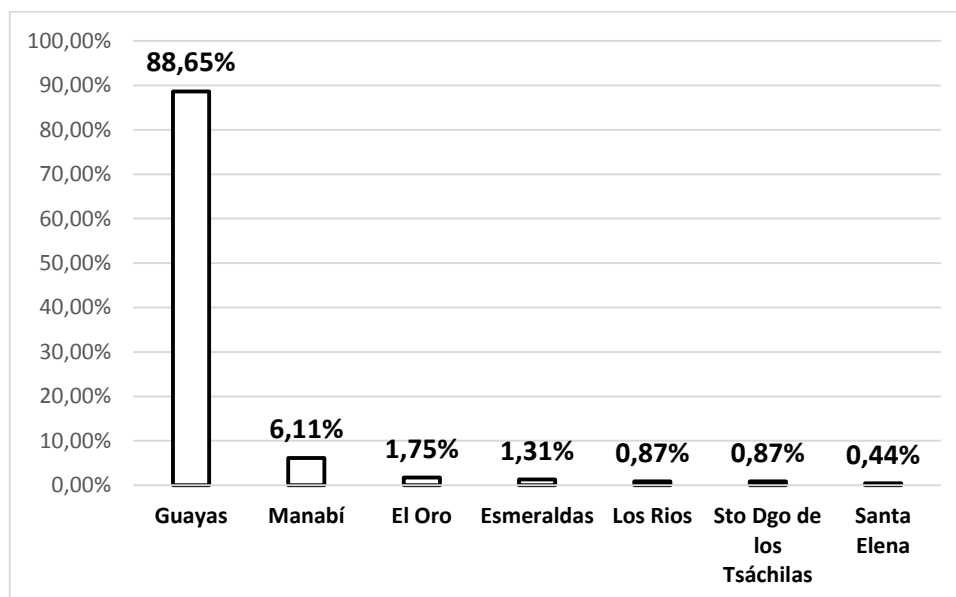


Figura 25 Empresas activas – Costa

5.3.1.3. Empresas activas – Sierra.

En la Tabla 18 muestra el número total de sociedades activas dedicadas al desarrollo de software de la región Sierra, donde se puede constatar que la provincia con mayor porcentaje de empresas activas es la provincia de Pichincha con un 84,1%, seguida de Azuay que tiene un número representativo como se muestra en la Figura 26.

Tabla 18

Empresas activas - Sierra

PROVINCIA	EMPRESAS ACTIVAS	PORCENTAJE
Pichincha	371	84,1%
Azuay	33	7,5%

CONTINÚA →

Imbabura	11	2,5%
Loja	10	2,3%
Tungurahua	8	1,8%
Chimborazo	5	1,1%
Cotopaxi	3	0,7%
Carchi	0	0,0%
Bolívar	0	0,0%
Cañar	0	0,0%
TOTAL	441	100%

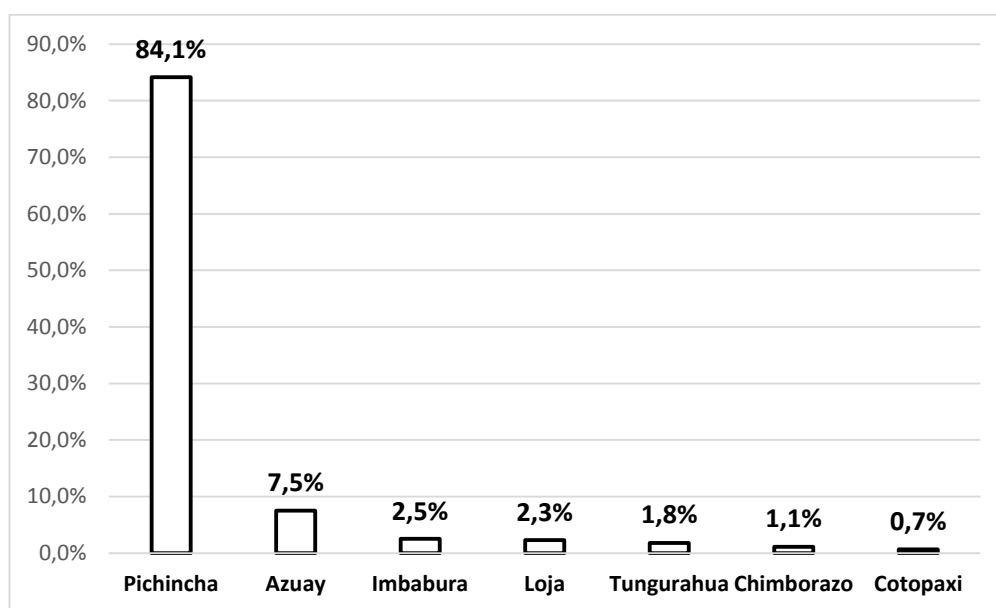


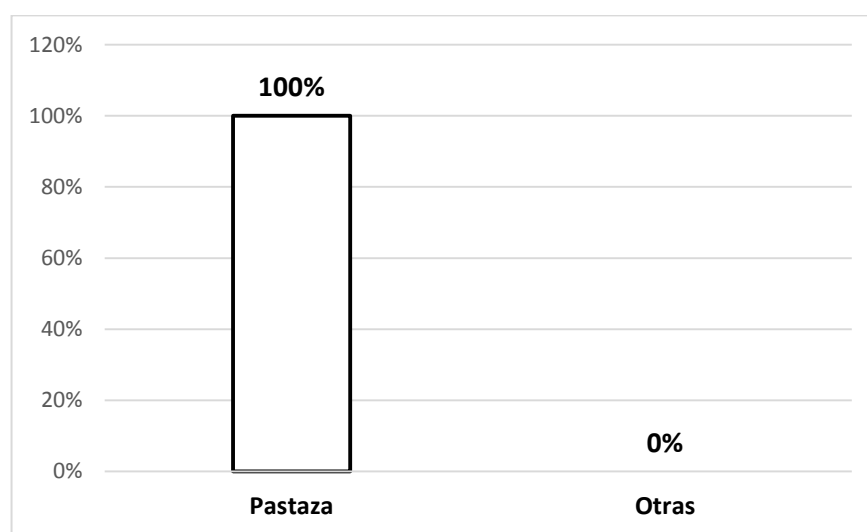
Figura 26 Empresas activas – Sierra

5.3.1.4. Empresas activas – Oriente.

En la Tabla 19 muestra el número total de sociedades activas dedicadas al desarrollo de software de la región Oriente, donde se puede señalar que para el CIU 6201.01 únicamente existe una empresa en la provincia de Pastaza (Ver Figura 27).

Tabla 19*Empresas activas - Oriente*

PROVINCIA	EMPRESAS ACTIVAS	PORCENTAJE
Pastaza	1	100, 0%
Sucumbíos	0	0, 0%
Orellana	0	0, 0%
Napo	0	0, 0%
Morona Santiago	0	0, 0%
Zamora Chinchipe	0	0, 0%
TOTAL	1	100%

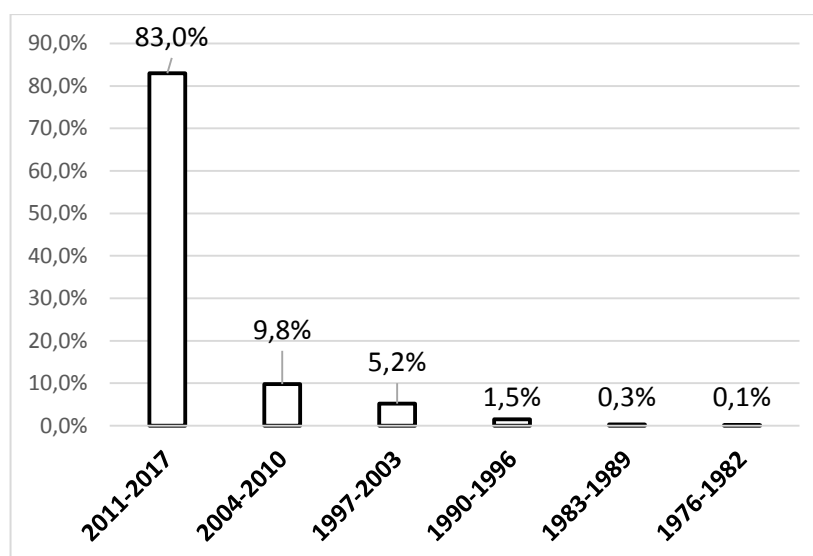
**Figura 27** Empresas activas - Oriente

5.4.3 Número de empresas por fecha de constitución.

En la tabla 20 se muestran el total de empresas creadas del CIU J6201.01 clasificadas en intervalos, donde se puede constatar que el mayor porcentaje de empresas que iniciaron sus actividades se encuentran en el rango de años 2011-2017 (Ver Figura 28).

Tabla 20*Número de empresas activas por año de inicio de actividades*

INTERVALOS	J6201.01	PORCENTAJE
1976-1982	1	0,1%
1983-1989	2	0,3%
1990-1996	10	1,5%
1997-2003	35	5,2%
2004-2010	66	9,8%
2011-2017	557	83,0%
TOTAL	671	100%

**Figura 28** Empresas por año de inscripción al RUC**5.4.4 Tipo de compañía.**

Se realizó la identificación de las empresas de desarrollo de software en el Ecuador según la actividad económica principal; se puede visualizar que el 97,76% corresponden a compañías anónimas y de responsabilidad limitada.

Las empresas activas por el tipo de compañía se detallan en Tabla 21:

Tabla 21

Número de empresas por tipo de compañía

TIPO DE COMPAÑÍA	J6201.01	PORCENTAJE
Anónima	411	61,25%
Responsabilidad Limitada	245	36,51%
Sucursal Extranjera	14	2,09%
Economía Mixta	1	0,15%
TOTAL	671	100%

5.4.5 Datos financieros del CIU 6201.01.

A continuación en la Tabla 22 se listan los valores monetarios declarados en el SRI por la actividad económica del año 2016, por el CIU 6201.01, que como se puede visualizar son las cifras más representativas en comparación al resto de actividades económicas que comprende el sector software.

Tabla 22

Valor de ventas por CIU (2016)

CIU	DESCRIPCIÓN	Valor (USD)
	Ingresos	\$ 228.666.831
J6201.01	Ventas netas totales	\$ 150.124.773
	Exportaciones	\$ 72,638,645

5.4.6 Resumen global de la caracterización.

A continuación se listan las principales conclusiones determinadas después de la caracterización de la industria de software en Ecuador:

- Únicamente el 25% de empresas creadas en las 4 últimas décadas se mantienen activas.
- El 84% de las empresas activas se crearon en los últimos 6 años comprendidos en el período 2011 – 2017.
- El 90% de empresas se encuentran radicadas en las provincias de: Pichincha, Guayas y Azuay.
- Los CIUs que presentan mayor porcentaje de ingresos son el J620101 y J620901 con 228 millones de dólares y 126 millones de dólares respectivamente.
- Las mayores ventas e ingresos por el desarrollo de software, reportan las empresas radicadas en la provincia de Pichincha.

CAPÍTULO VI

APLICACIÓN DE LA ENCUESTA Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1 POBLACIÓN Y MUESTRA

Para obtener la población de estudio se consideró el CIU J6201.01 que corresponde a “Actividades de diseño de la estructura y el contenido de los elementos siguientes (y/o escritura del código informático necesario para su creación y aplicación): programas de sistemas operativos (incluidas actualizaciones y parches de corrección), aplicaciones informáticas (incluidas actualizaciones y parches de corrección), bases de datos y páginas web.” debido a que pertenece a los CIUs dedicados a desarrollo de software y según la caracterización obtenida es el que mayor aportación de patrimonio y activos genera al Ecuador.

El tamaño de la muestra se estableció utilizando la fórmula del método estadístico para una población finita. El número de la población $N = 671$ empresas, el margen de error considerado $E = 5\%$. Se estableció un nivel de confianza del 90% representado por $Z = 1,65$. La probabilidad de éxito $P = 90\%$ y la probabilidad de fracaso es de $Q = 10\%$. Aplicando la fórmula $n = \frac{Z^2 * P * Q * N}{(N - 1) * E^2 + Z^2 * P * Q}$ se obtuvo que el tamaño de la muestra es de $n = 86$.

6.2 ACTIVIDADES PARA LA EJECUCIÓN DE LA ENCUESTA

Para la ejecución de la encuesta NaPiRE en Ecuador se realizaron las siguientes actividades:

- Se analizó la concentración de empresas en el territorio ecuatoriano, mediante la caracterización se obtuvo que el 55,29% de empresas se encuentran radicadas en la provincia de Pichincha.

El 30,25 % de empresas están ubicadas en la provincia de Guayas y el 14,48% en el resto de provincias.

- Obtenidos los datos de la caracterización se determinó que el CIIU J6201.01 “Actividades de diseño de la estructura y el contenido de los elementos siguientes: programas de sistemas operativos, aplicaciones informáticas, BD y páginas web” es el más adecuado para ejecutar la encuesta debido a que todas las empresas que conforman este código se dedican principalmente al desarrollo de software y presentan cifras económicas importantes para la industria.
- Posteriormente se determinó que la muestra significativa para el presente estudio es de 86 encuestas, es importante mencionar que se consideró todas las empresas que pertenecen al CIIU seleccionado, no obstante únicamente 90 encuestas fueron realizadas.
- Se definió que para las empresas de la provincia de Pichincha se aplicará la encuesta personalmente. No obstante, hubieron personas que no llenaron la encuesta en su totalidad.
- Por otra parte, para la aplicación de la encuesta al resto de provincias, se realizó una llamada a las empresas solicitando el correo electrónico de la persona más adecuada para responder el cuestionario.
- Sé envió un correo electrónico el cual detallaba varios aspectos del estudio y en la parte final se colocó el enlace de la encuesta.
- Para ratificar la resolución de la encuesta, se volvió a llamar a los contactos adquiridos.

La información que se muestra en las siguientes secciones incluirá los resultados de las 90 encuestas completas que se aplicaron a profesionales que laboran en pequeñas, medianas o grandes empresas ecuatorianas, superando la meta establecida en el cálculo de la muestra.

6.3 PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

La encuesta como se había mencionado en el capítulo IV está compuesta tanto de preguntas abiertas como cerradas.

Las preguntas cerradas pueden ser de dos tipos: selección única o múltiple. Para codificar las preguntas abiertas que representan el 17,5 % del total preguntas estipuladas en la encuesta de NaPiRE, se aplicara el siguiente procedimiento:

- Revisar la frecuencia con la que se repite cada respuesta.
- Elegir los patrones generales de respuesta.
- Realizar una clasificación con las respuestas seleccionadas mediante el uso de criterios lógicos siempre y cuando cada tema sea mutuamente excluyente.
- Asignarle un título que caracterice a cada patrón encontrado.

Para analizar dichas preguntas abiertas se procederá a realizar una distribución de frecuencias.

6.4 ATRIBUTOS DE LAS EMPRESAS ENCUESTADAS

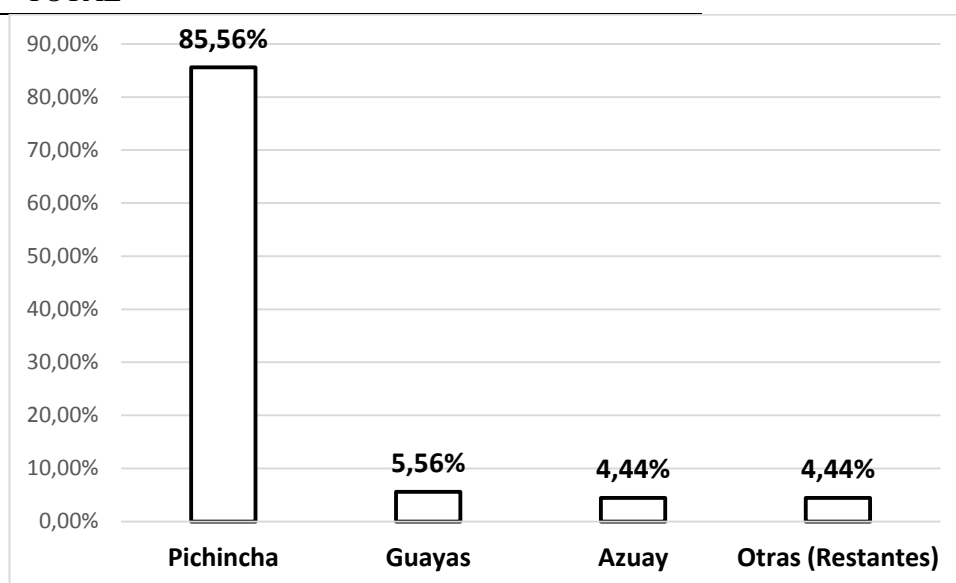
La aplicación de la encuesta inició el 20 de noviembre del 2017 hasta el 12 de enero del 2018. Los resultados analizados y mostrados serán con respecto a 90 encuestas completas.

6.4.1 Ubicación.

La primera pregunta de caracterización tuvo como objetivo conocer las provincias en donde se encuentran radicadas el mayor porcentaje de empresa de desarrollo de software en Ecuador. Según las respuestas, el mayor porcentaje de empresas pertenecientes al CIIU J6201.01 se ubican en Pichincha con 85,56%, seguido de Guayas con 5,56% y Azuay con 4,44% (Ver Figura 29). El resto de provincias representan apenas el 4,44%; la Tabla 23 muestra el número de encuestados, ubicadas por provincia:

Tabla 23*Porcentaje de personas encuestadas por provincia*

Provincia	N° de encuestados	Porcentaje
Pichincha	77	85,56%
Guayas	5	5,56%
Azuay	4	4,44%
Otras (Restantes)	4	4,44%
TOTAL	90	100%

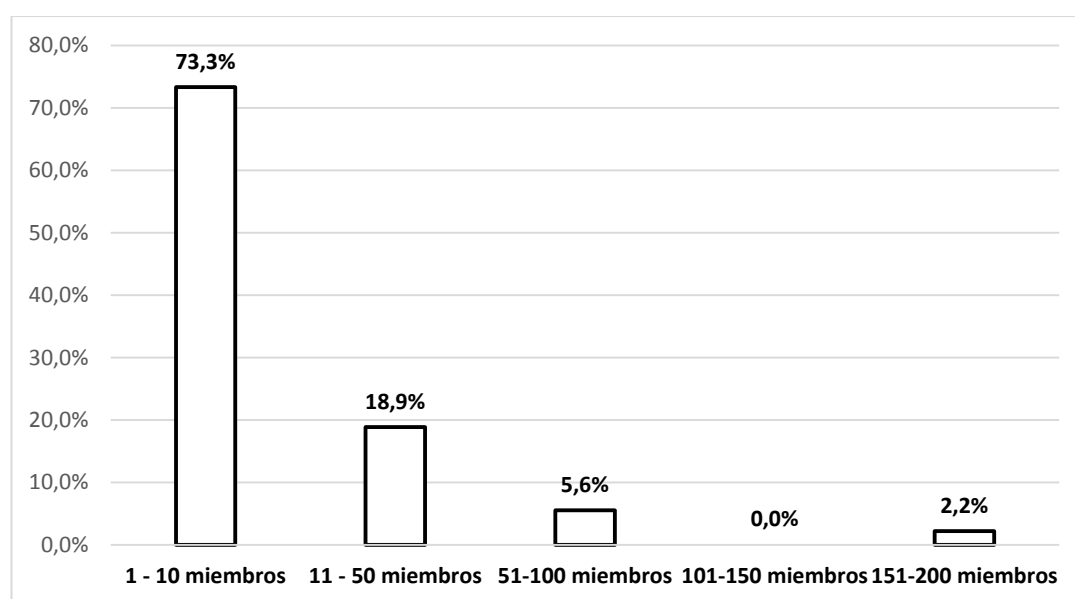
**Figura 29** Porcentaje de empresas por provincia

6.4.2 Tamaño del equipo de proyecto.

En la Tabla 24 se puede observar que la encuesta fue aplicada a empresas de diferentes tamaños. La mayoría de proyectos cuentan con equipos conformados por 4 a 6 miembros. Únicamente se observó que un proyecto fue desarrollado en su totalidad por una persona. Otro caso corresponde a un proyecto que involucra a 180 personas (Ver Figura 30).

Tabla 24*Tamaño del equipo del proyecto, por intervalos*

N° de miembros del equipo	N° de respuestas	Porcentaje
1 - 10 miembros	66	73,3%
11 - 50 miembros	17	18,9%
51-100 miembros	5	5,6%
101-150 miembros	0	0,0%
151-200 miembros	2	2,2%
TOTAL	90	100,0%

**Figura 30** Tamaño del equipo del proyecto, por intervalos

6.4.3 Información general.

Uno de los aspectos que se consideran en la encuesta es el dominio de la aplicación del software que se está desarrollando (Ver Tabla 25). Los resultados de la encuesta manifiestan que la mayoría de empresas desarrollan sistemas informáticos destinados al ámbito financiero con un total de 34 respuestas que representan un

37,78%, seguido por software destinado a la planificación de recursos empresariales con el 11,11% y sistemas software dedicados a la educación con 7,78% (Ver Figura 31).

La mayoría de preguntas tienen la opción “Otro” que permiten tener una visión más global de la caracterización individual de las empresas. Otras respuestas sobre el tipo de dominio de la aplicación que se está desarrollando se listan a continuación:

- Importaciones
- ERP
- Software a la medida
- Industria alimenticia
- Turismo
- Páginas Web / Apps

Tabla 25

Sector principal al que se enfoca el proyecto

DOMINIO DE LA APLICACIÓN	Nº DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
Financiero	34	37,78%
Planificación de recursos empresariales	10	11,11%
Educación	7	7,78%
Comercio electrónico	6	6,67%
Otros (Pregunta abierta)	6	6,67%
Logística	5	5,56%
Sector público	5	5,56%
Restantes	21	18,57%
TOTAL	90	100%

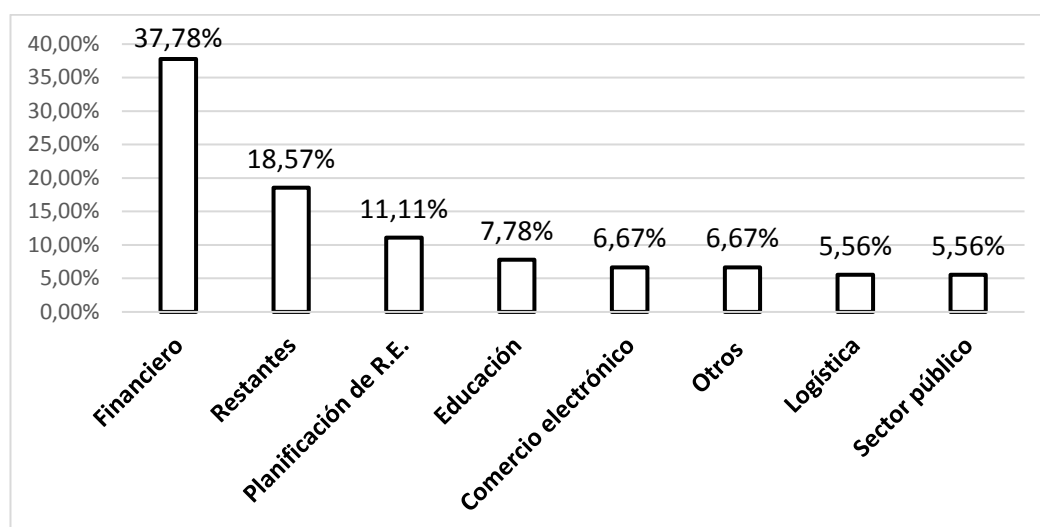


Figura 31 Sector principal al que se enfoca el proyecto

6.4.4 Clase de sistema o servicio.

El 42,2% encuestados señalan que el contexto de sus proyectos se enfoca a sistemas de información empresarial (Ver Tabla 26), seguido muy de cerca con 31,1% que afirman trabajar en sistemas híbridos (Ver Figura 32) es decir en un contexto empresarial y a su vez en sistemas integrados intensivos. Las personas que afirman realizar otra clase de sistema indican que se encargan de desarrollar sistemas de Big Data, E-Learning y Software de ventas.

Tabla 26

Clase del sistema que desarrollan

CONTEXTO DE TRABAJO	Nº DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
Sistemas de Información Empresarial	38	42,2%
Sistemas híbridos	28	31,1%
Sistemas integrados intensivos en software	20	22,2%
Otros	4	4,4%
TOTAL	90	100%

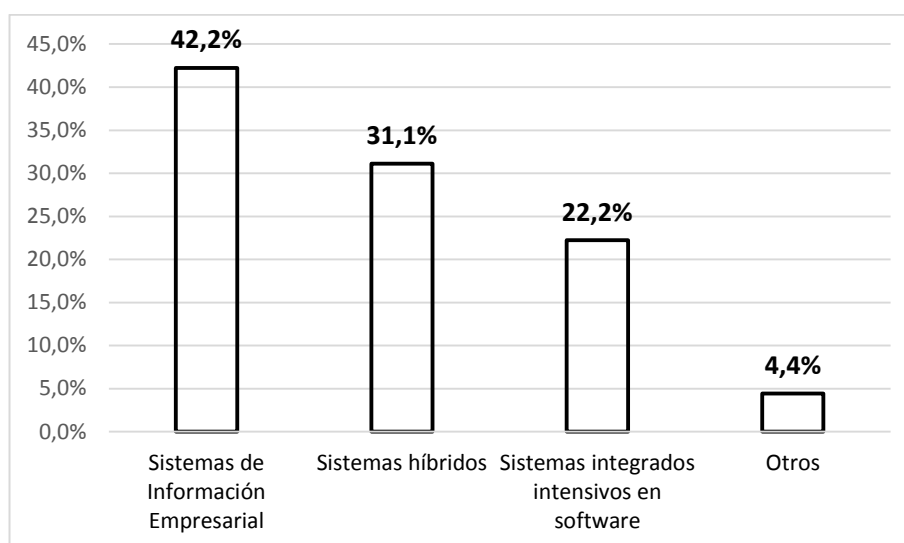


Figura 32 Clase de sistema que desarrollan

6.4.5 Atributos de calidad en el proyecto de desarrollo.

El 87,78% de las personas encuestadas respondieron que si consideran en sus proyectos los atributos de calidad (Ver Tabla 27), mientras que un 12,22% no consideran los atributos de calidad.

Tabla 27

Existen atributos de suma importancia para el proyecto que participa

EXISTEN ATRIBUTOS DE CALIDAD PARA SU PROYECTO	Nº de respuestas	Porcentaje
SI	79	87,78%
NO	11	12,22%
TOTAL	90	100,0%

La seguridad es uno de los atributos de calidad más importantes en el producto software según los encuestados, con un porcentaje de respuesta del 60%, de la misma manera la mantenibilidad y usabilidad son atributos de calidad que las personas encuestadas han considerado que son de suma importancia con porcentajes de

respuesta del 56,67% y 55,56% respectivamente (Ver Figura 33). Como se visualiza en la Tabla 28 los resultados superan el 100% debido a que es una pregunta de selección múltiple.

Tabla 28

Porcentajes de atributos de calidad

ATRIBUTOS DE CALIDAD	N° de respuestas	Porcentaje
Seguridad	54	60%
Mantenibilidad	51	56,67%
Usabilidad	50	55,56%
Compatibilidad	47	52,22%
Eficiencia de Rendimiento	45	50%
Fiabilidad	43	47,78%
Portabilidad	35	38,89 %
Prevención de accidentes	10	11,11%
Sin respuesta	11	12,22%

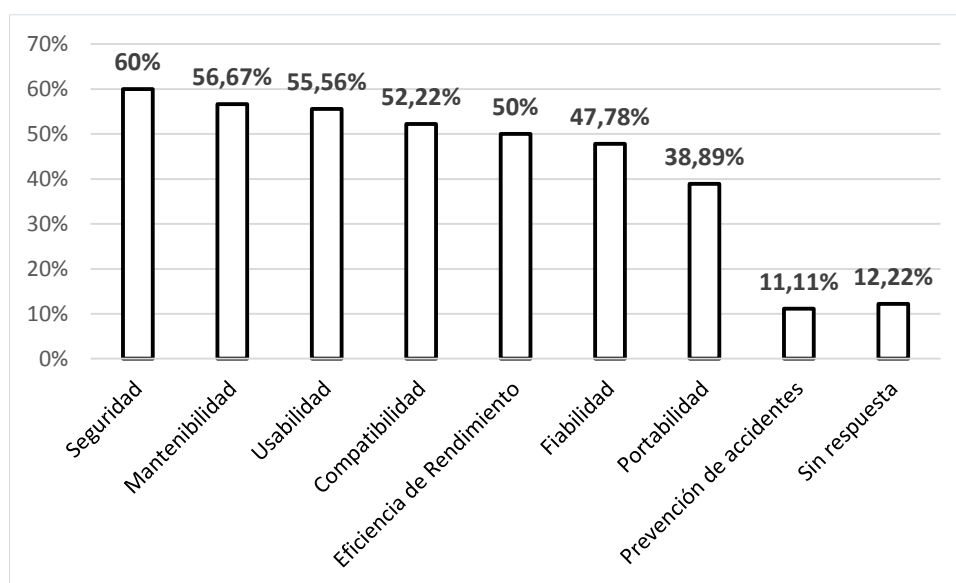


Figura 33 Porcentajes de atributos de calidad

6.4.6 Distribución del proyecto.

La Tabla 29 muestra el total de resultados a la pregunta “¿Está distribuido su proyecto?” en donde el 60% de empresas de desarrollo de software indicaron que sus proyectos se encuentran distribuidos. En la Figura 34 se puede observar que el 35,56% de empresas respondieron que sus proyectos no están distribuidos y apenas 4,44% empresas no respondieron a la pregunta.

Tabla 29

Distribución del proyecto

OPCIÓN	N° DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
Si	54	60%
No	32	35,56%
Sin respuesta	4	4,44%
TOTAL	90	100%

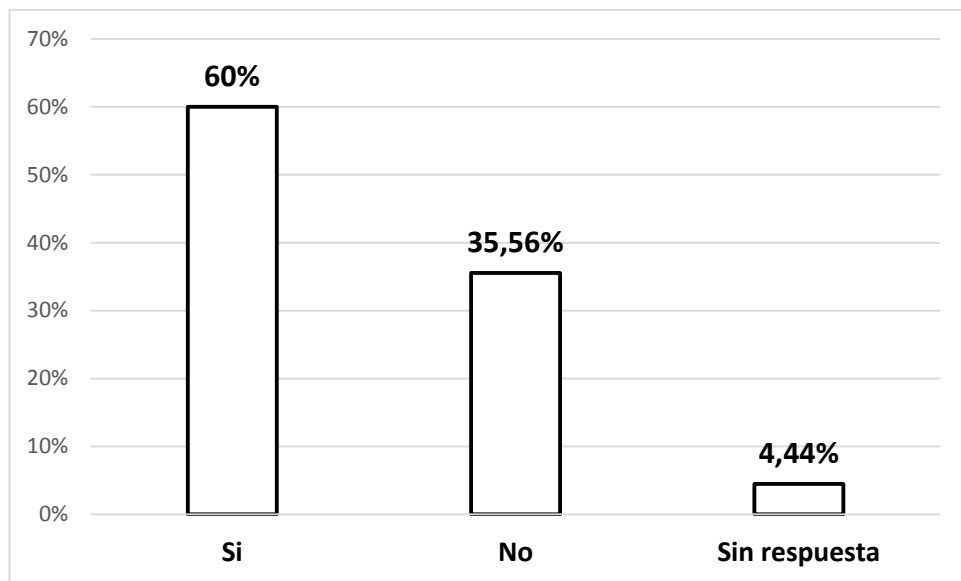


Figura 34 Distribución del proyecto

6.4.7 Rol principal dentro del proyecto.

Otro resultado obtenido de las preguntas de caracterización es el rol principal que cumple la persona encuestada en el proyecto (Ver Figura 35).

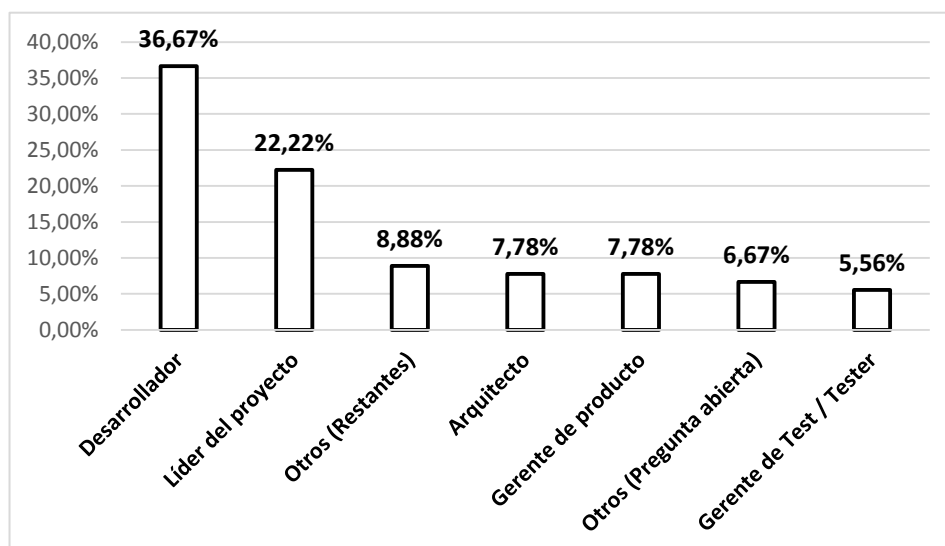
Los resultados figuran que 33 personas desempeñan la función de desarrollador, seguidos de profesionales que ocupan el rol de líder del proyecto con un total de 20 respuestas. Cabe mencionar que apenas 4 de los encuestados tienen el rol de Ingeniero en requisitos; en la Tabla 30 se indica los diferentes porcentajes de respuesta de las personas encuestadas.

Las respuestas reflejan que 6 de los encuestados seleccionaron que tienen otro tipo de rol que ejecutan en el proyecto y se listan a continuación:

- Proveedor de servicios
- VP ingeniería
- Gerente administración configuración
- Analista de procesos
- Gerente de desarrollo

Tabla 30*Rol principal del encuestado en el proyecto*

ROL DEL ENCUESTADO	N° DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
Desarrollador	33	36,67%
Líder del proyecto	20	22,22%
Arquitecto	7	7,78%
Gerente de producto	7	7,78%
Otros (Pregunta abierta)	6	6,67%
Gerente de Test / Tester	5	5,56%
Ingeniero de requisitos	4	4,44%
Otros (Restantes)	8	8,88%
TOTAL	90	100%

**Figura 35** Rol principal del encuestado en el proyecto

6.4.8 Años de experiencia industrial.

En la Figura 36 se puede observar que el 63,33% de los encuestados tienen entre 1 a 7 años de experiencia laboral en el rol que desempeñan en la empresa, por otra lado un encuestado indicó que lleva trabajando 29 años en el mismo cargo (Ver Tabla 31).

Tabla 31

Cantidad de años de experiencia industrial por periodo

AÑOS	N° DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
1 – 7 años	57	63,33%
8 – 14 años	22	24,44%
15 - 21 años	10	11,11%
22 – 29 años	1	1,11%
TOTAL	90	100,0%

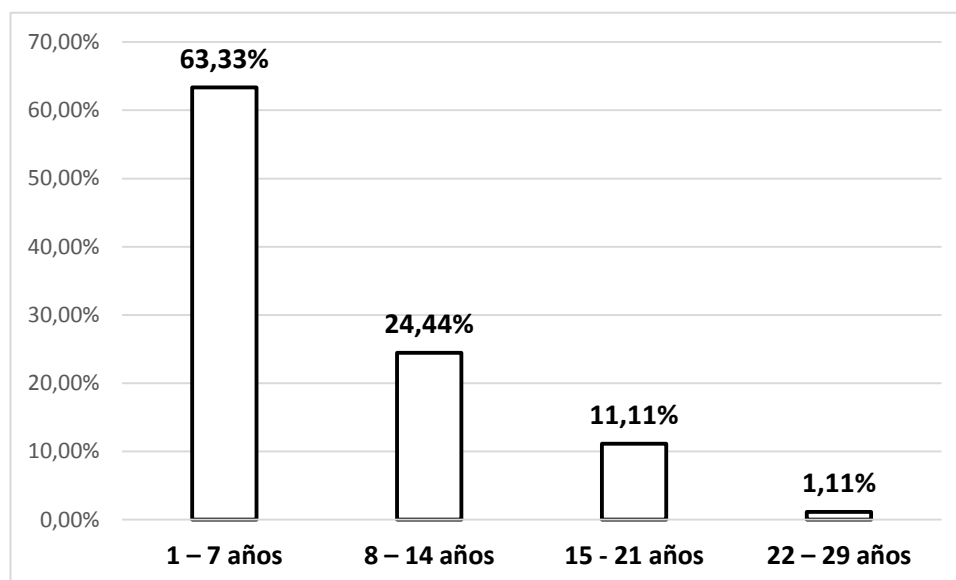


Figura 36 Porcentaje de años de experiencia industrial por periodo

6.4.9 Certificación.

Con los resultados obtenidos (Ver Figura 37), podemos observar que el 83,33% de profesionales no cuentan con certificaciones afines al rol que desempeñan, es por esta razón que se puede constatar las siguientes cifras (Ver Tabla 32):

Tabla 32

Personas certificadas en su rol

PERSONAS QUE TIENEN CERTIFICADO	N° DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
SI	15	16.67%
NO	75	83.33%
TOTAL	90	100%

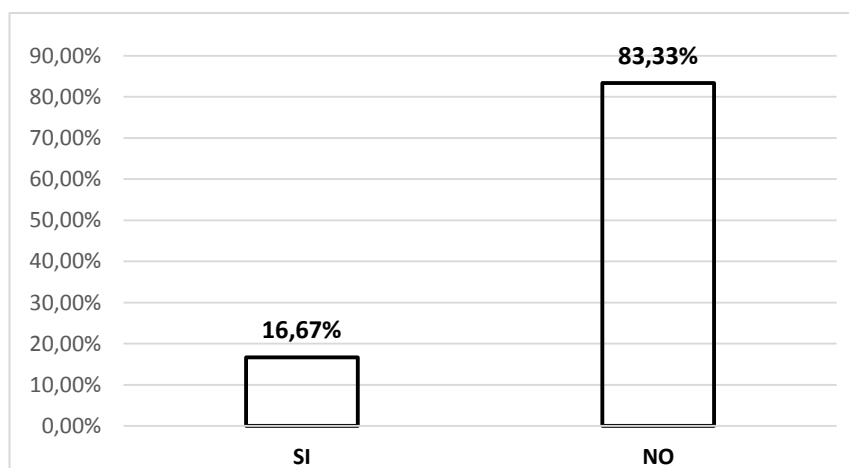


Figura 37 Porcentaje de personas certificadas

El 36,67% de profesionales encuestados señalaron que son desarrolladores, es por esta razón que el 51,6% de certificados que han obtenido son referentes a lenguajes de programación; muy seguido por certificaciones que se enfocan a la

gestión de proyectos. La siguiente Tabla 33 reflejan los resultados indicados por los encuestados con el número de frecuencia por certificados:

Tabla 33

Tipos de certificados que tienen los encuestados

CÓDIGO	CATEGORÍA	RESPUESTA	NÚMERO DE FRECUENCIAS
		Java Fundamentals Programming	1
		Java Advanced Programming	1
		Java Programa JE	1
		Java JSF	2
		Java Enterprise	1
		JRE	2
1	Programación	JSP	2
		C++	1
		JavaScript	1
		PHP	1
		Android Basic	1
		Android Developer	1
		VMWARE	1
		Oracle Java Developer Master	1
2	Base de datos	Jquery	1
		BigData	1
		ORACLE	1
		Scrum Manager	2
		ISO-830	2
3	Gestión de proyectos	PMP y SAFe Agilist	1
		Analista de procesos BMP (Técnico en dirección de proyectos) certified project management associate	1
4	Hardware	Certificado en CISCO	2

CONTINÚA →

		Certificado en IBM	1
		Certified novell engineer	1
5	Otro	Consumer Packaged Goods (CPG)	1

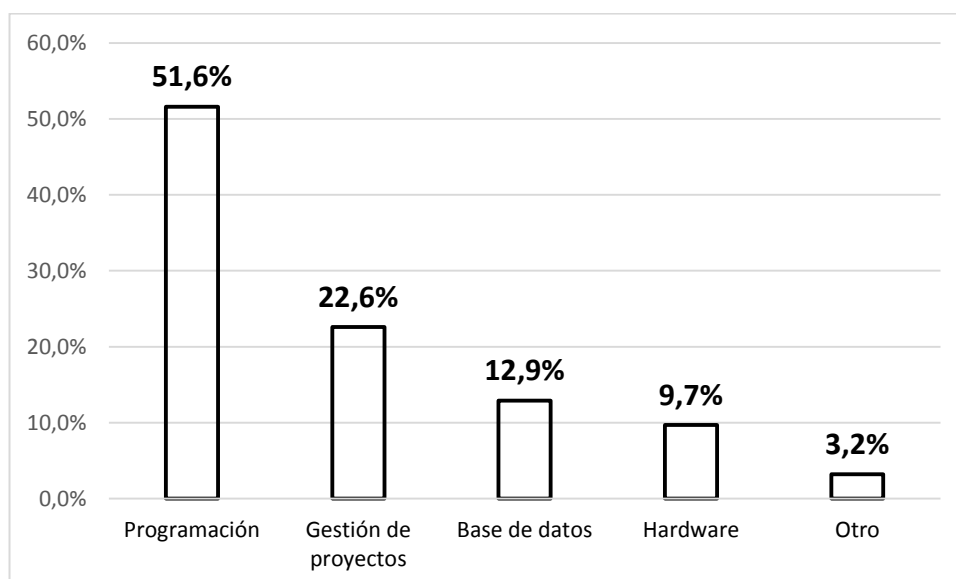


Figura 38 Tipos de certificados que tienen los encuestados

6.4.10 Rol organizativo.

Es importante conocer el enfoque del proyecto que tienen la mayoría de los equipos de trabajo en las empresas de desarrollo de software, es por eso que la encuesta de NaPiRE incluye en la caracterización la pregunta “¿Qué rol organizativo tiene su equipo de proyecto en su proyecto?” (Ver Figura 38). Los resultados muestran que el 50 % de respuestas pertenecen a la opción de contratistas, a la vez un porcentaje similar del 41,11% de respuestas indican que realizan desarrollo interno es decir emplean usuarios de su propia institución (Ver Tabla 34).

Tabla 34

Rol organizativo

ENFOQUE DE PROYECTO	Nº DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
Contratista principal	44	48,89%

CONTINÚA →

Desarrollo interno	37	41,11%
Subcontratista	6	6,67%
Otro (Pregunta abierta)	2	2,22%
Cliente	1	1,11%
TOTAL	90	100%

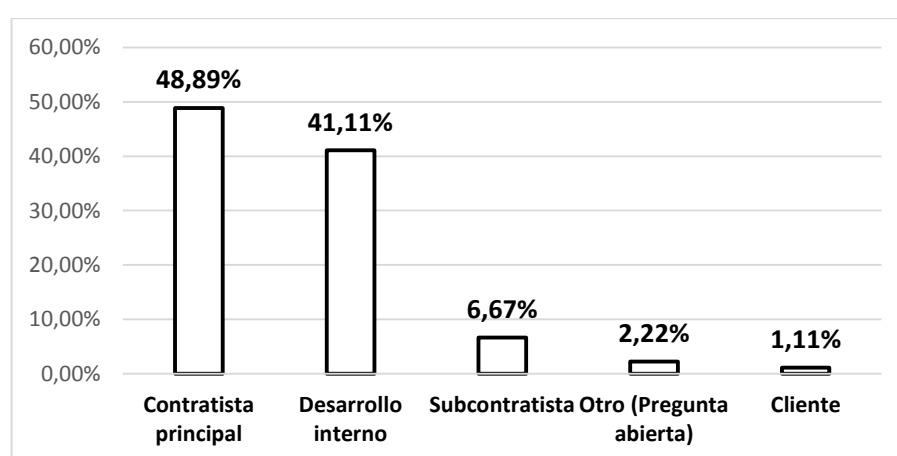


Figura 39 Rol organizativo

6.4.11 Metodología empleada.

En la Tabla 35 se puede visualizar que el 35,6% de personas encuestadas desarrollan su proyecto empleando metodologías híbridas, pero un porcentaje representativo del 26,7% utiliza metodologías ágiles (Ver Figura 39).

Tabla 35.

Metodología empleada

TIPO DE METODOLOGÍA	N° DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
Híbrido	32	35,6%
Más bien planificado	24	26,7%

CONTINÚA →

Ágil	18	20,0%
Dirigido por plan	10	11,1%
Más ágil	5	5,6%
Sin respuesta	1	1,1%
TOTAL	90	100%

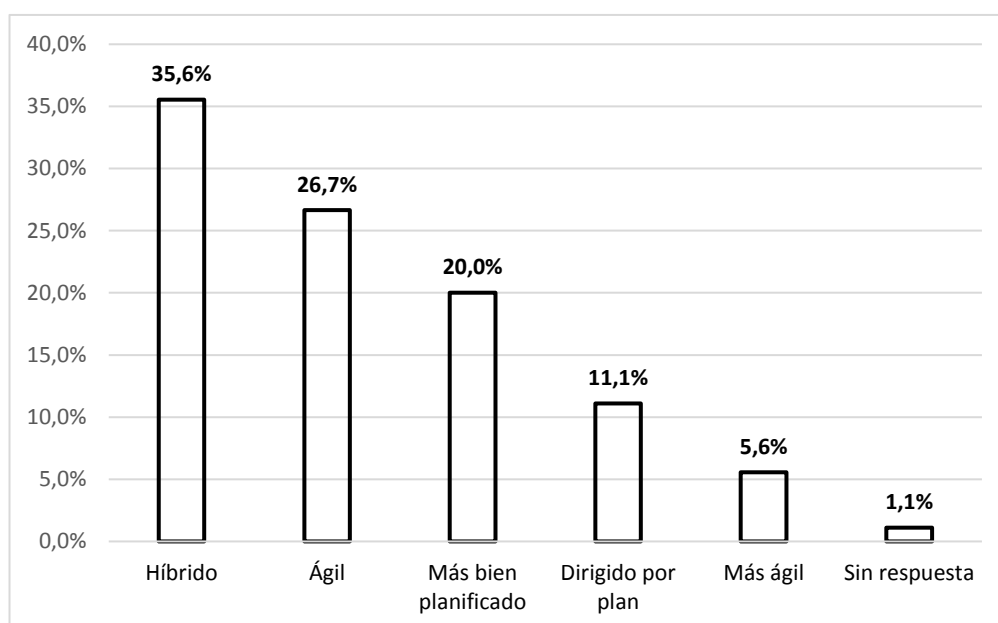


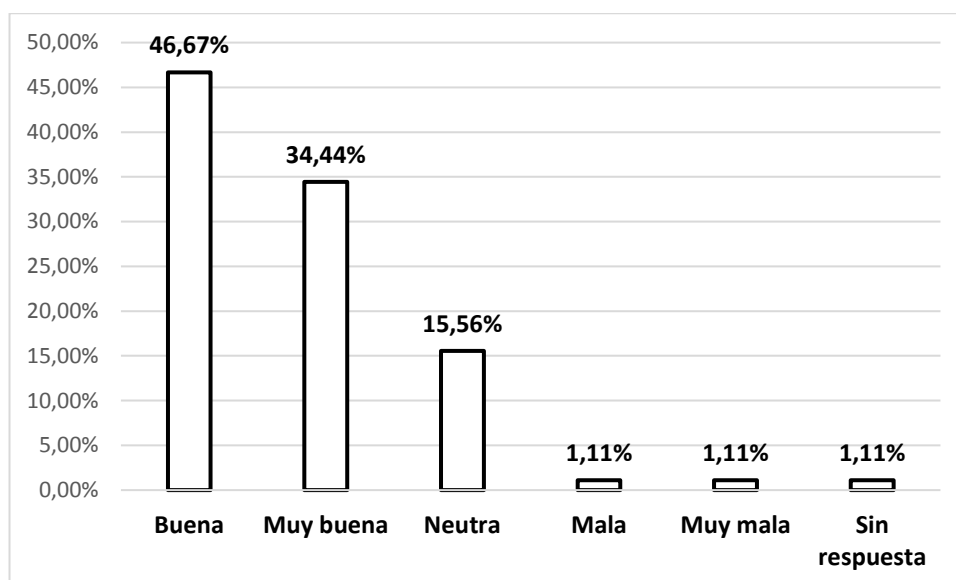
Figura 40 Tipo de metodología empleada

6.4.12 Relación cliente-proyecto.

En la Tabla 36 se indica las respuestas de los encuestados con respecto a cómo califican la relación entre el equipo de proyecto y el cliente, mostrando que el 81,11% de encuestados consideran tener una buena relación y el 15,56% de personas consideran no tener ni buena ni mala relación con sus clientes (Ver Figura 40), es importante señalar que apenas el 2,22% de encuestados indican que la relación cliente-proyecto es “Mala” y “Muy mala”.

Tabla 36*Relación cliente - proyecto*

Tipo de relación	N° de respuestas	Porcentaje
Muy buena	31	34,44%
Buena	42	46,67%
Neutro	14	15,56%
Mala	1	1,11%
Muy mala	1	1,11%
Sin respuesta	1	1,11%
TOTAL	90	100%

*Figura 41* Relación cliente - proyecto

9.4.12.1. Razones para la relación particularmente mala.

Las razones que consideran los encuestados para tener una relación particularmente mala, son los problemas relacionados directamente con el cliente con

un porcentaje de representación del 52,5%, una de las principales razones de esta mala relación se relaciona con la falta de comunicación entre los miembros del equipo del proyecto y el cliente como se visualiza en la Tabla 37. El 20% de razones son la mala planificación de los recursos ocasionando que no se cumpla con el tiempo determinado para la entrega del producto software (Ver Figura 42).

Tabla 37

Razones de la relación particularmente mala cliente-proyecto

CÓDIGO	CATEGORÍA	RESPUESTA	N° DE FRECUENCIAS
1	Planificación	Cuando no se cumple con un cronograma en un tiempo definido	1
		Falta de planificación	1
		No existe una mala relación de servicio entre un cliente y una entidad de desarrollo si existe una planificación previa.	1
		Mala planificación	1
		Deficiente planificación y tiempos	1
		Planificación (descuadre de tiempos)	1
		Retrasos en el tiempo de entrega	1
2	Proceso	Incumplimiento de expectativas: requerimientos, fechas, costos	1
		Mala comprensión de los requisitos	1
		Requisitos ambiguos	1
		Falta de entendimiento y por una mala estimación del proyecto	1
		Cuando las reuniones no llegan a nada	1
3	Cliente	No existen revisiones continuas del proyecto	1
		Cuando el cliente no tiene conocimiento correcto de su negocio	1
		Falta de comunicación	10
		Mala comunicación	
		La falta de comunicación con el cliente	
		Cuando no se ponen de acuerdo para el alcance	
		Falta de comunicación con el cliente	

CONTINÚA →

		y el equipo desarrollador	
		Falta de comunicación entre el cliente y el equipo	
		Mala comunicación entre trabajador y el cliente causando un mal entendimiento de lo que se necesita que haga el software.	
		Mala comunicación	
		Mala comunicación	
		Mala comunicación de requisitos	
		Falta de confianza	1
		La falta de cultura organizacional de los clientes	1
		No conocer al cliente	1
		Percepción de mala calidad por parte del cliente.	1
		No apoyo del cliente	1
		No transparencia en la relación	1
		Mala disposición del cliente	1
		El cliente no hace entender sus requerimientos	1
		No existe un buen entendimiento de la terminología por parte del cliente	1
		Falta de compromiso con la empresa	1
		Que no se pueda sacar buenos requerimientos del sistema	1
4	Producto	Tener visiones diferentes de lo que se desea en el proyecto	1
		Mala calidad	1
5	Equipo	Es el poco apoyo que se dan entre colegas	1
		Relativa	1
6	Otro	Los programadores	1
		Falta de patrocinio por otras empresas	1

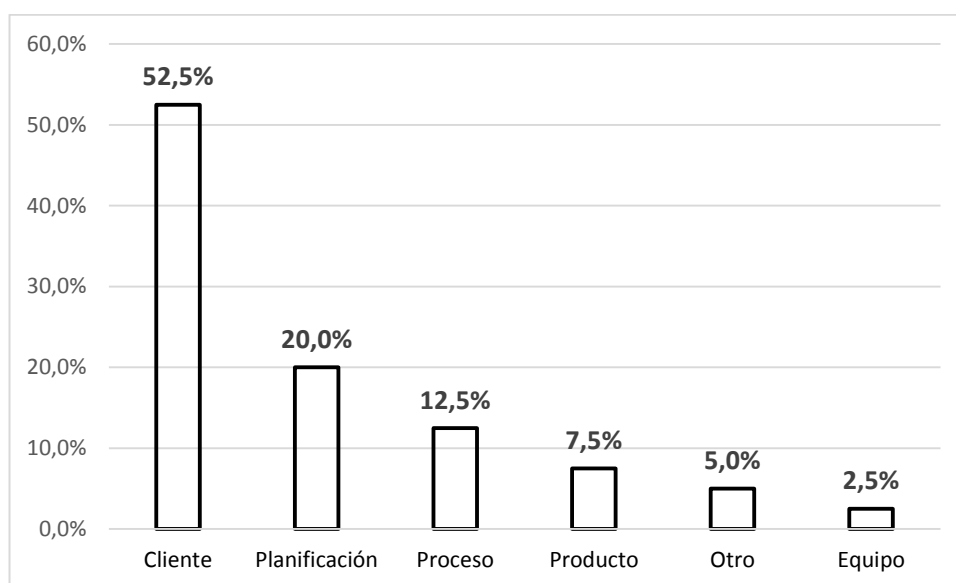


Figura 42 Categorías de la mala relación cliente-proyecto.

6.4.12.2 Razones para la relación particularmente buena.

La Tabla 38 muestra la categorización de las respuestas de los encuestados referentes a la relación “Buena” y “Muy Buena” que posee el cliente con el equipo del proyecto.

Como se puede visualizar en la Figura 41, las razones que consideran los encuestados para tener una relación particularmente buena son los aspectos relacionados a la comunicación, reuniones y el comportamiento que poseen ambas partes, con un porcentaje de representación del 56%. Los resultados indican que el 11% de razones están relacionados a la calidad del producto software.

Tabla 38

Razones de la relación buena entre el cliente-proyecto

CÓDIGO	CATEGORÍA	RESPUESTA	NÚMERO DE FRECUENCIAS
1	Producto	Calidad	7
		Calidad del servicio	1
		Aportan en la calidad del servicio	1
		Producto de calidad	1
		Producto de calidad	1
		Productos de calidad	1

CONTINÚA →

		Compromiso con la calidad del producto solicitado	1
		Por tener mejor calidad del servicio y obtener resultados exitosos en el producto	1
		Entregas	5
		Entrega oportuna t2m	1
		Entregas a tiempo	1
		Entrega a tiempo	1
		Entregas puntuales	1
		Realizamos entregas parciales y capacitaciones involucrando al equipo en estas como capacitadores	1
		Resultados	3
		Resultados positivos y el cliente está involucrado en el proyecto	1
		Resultado óptimo para el cliente	1
		Resultado óptimo para el cliente	1
		Planificación	4
		Los trabajos a tiempo	1
		Estar totalmente alineados a lo que se desea llegar con el producto	1
		Cumplimiento de expectativas: alcance, costo, fechas	1
		Correcta planificación	1
		Gestión	4
2	Proceso	Buena atención al cliente y cumplimiento de los proyectos en funciones y tiempo	1
		Al ser un desarrollo a medida para un interno los usuarios pueden pedir cambios siempre que sean aprobados, es muy estructural	1
		Control directo con todos los implicados del proyecto	1
		Exista acuerdo y claridad en el momento de reunirnos para establecer acuerdos del proyecto.	1
		Comunicación	17
		Buena comunicación	1
		Existe una buena comunicación y participación del cliente	1
3	Persona	Buena comunicación con el equipo de software.	1
		Buena comunicación y un flujo de información	1
		Es necesario más comunicación con el cliente	1

CONTINÚA 

Buena comunicación con el cliente	1
Comunicación continúa con el cliente sobre los avances del proyecto	1
Buena comunicación	1
Comunicación clara y oportuna	1
Comunicación clara y oportuna	1
Buena comunicación	1
Comunicación adecuada y a tiempo	1
Existe buena comunicación con el cliente, aunque suelen existir diferencias discutibles	1
Contribuir al que el desarrollo sea más ágil por la buena comunicación	1
El entendimiento entre las dos partes y una buena comunicación	1
Buena comunicación con el cliente	1
Excelente comunicación lo que permite recabar de mejor manera los requisitos y facilita la manera de trabajar	1
Cliente y Equipo de proyecto	17
Reuniones frecuentes y programadas	1
Reuniones de trabajo	1
Porque todos los días tenemos una reunión de 15 minutos para saber qué es lo que está pasando, saber las falencias y adonde dirigirse	1
Reuniones acordadas con anticipación	1
Socializaciones del proyecto para dejar claro los requisitos del proyecto	1
Se procura resolver las inquietudes de los usuarios lo más pronto posible	1
Aportan con su opinión al desarrollo del software	1
Compañerismo	1
Familiaridad entre el personal	1
La motivación de que todos estamos preparados y con conocimientos suficientes para explotarlos	1
Años de conocimiento entre las partes	1

CONTINÚA 

		Debe ser buena la relación porque de ahí se saca el producto	1
		Poder de convencimiento	1
		El equipo comprende los requerimientos del cliente	1
		Porque el cliente está satisfaciendo sus necesidades tecnológicas y educativas	1
		El cliente generalmente sabe lo que quiere	1
		Equipo capacitado	1
		Confianza, credibilidad.	1
4	Otros	Tenemos un gran equipo somos la empresa que realiza su trabajo.	1
		La amplia experiencia que tenemos en el desarrollo de proyectos de educación	1
		"aquí en FUGU nunca trabajamos, amamos lo que hacemos y solo queremos ver el mundo moverse con el mejor software que se pueda crear con libertad"	1

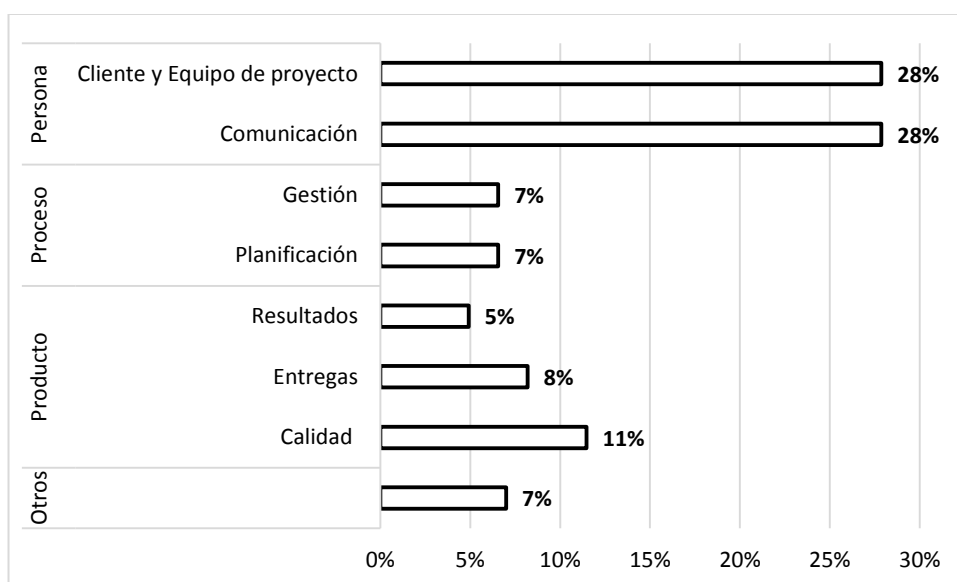


Figura 43 Categorización de la relación buena entre el cliente-proyecto

6.5 ELICITACIÓN DE REQUISITOS

6.5.1 Levantamiento de requisitos.

La Tabla 39 presenta que el 50% de las personas encuestadas indican que realizan el levantamiento de requisitos en varias iteraciones y el 46,7 % de empresas encuestadas señalan que dedican una fase específica de su proyecto para realizar la elicitación de requisitos (Ver Figura 44).

Únicamente tres personas seleccionaron la opción “Otro”, un encuestado realiza el levantamiento de requisitos con sugerencia de expertos.

Tabla 39

Como realizan levantamiento de Requisitos

LEVANTAMIENTO DE REQUISITOS	N° DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
Los capturamos y/o refinamos en varias iteraciones	45	50,0%
Los capturamos y/o refinamos en una fase del proyecto dedicada específicamente a ello	42	46,7%
Otro	3	3,3%
TOTAL	90	100,0%

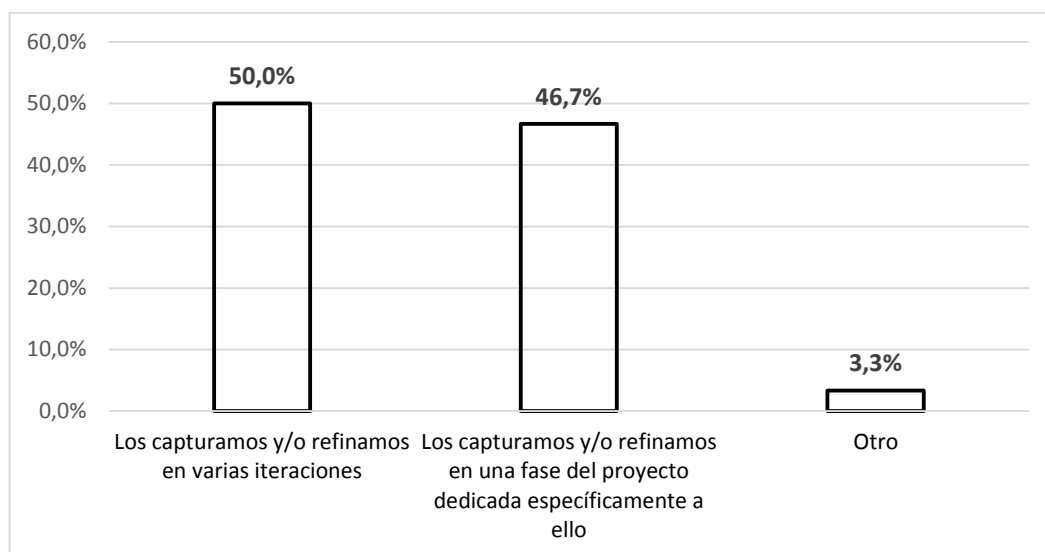


Figura 44 Como realizan la elicitación de requisitos

6.5.2 Técnicas para la elicitación de requisitos.

Los resultados de la encuesta acerca de qué técnicas utilizan las empresas para la elicitación de requisitos son muy parejos.

La entrevista se posiciona como la técnica más utilizada con un 83,33% seguida de los talleres y reuniones específicas con 66,67% (Ver Figura 45).

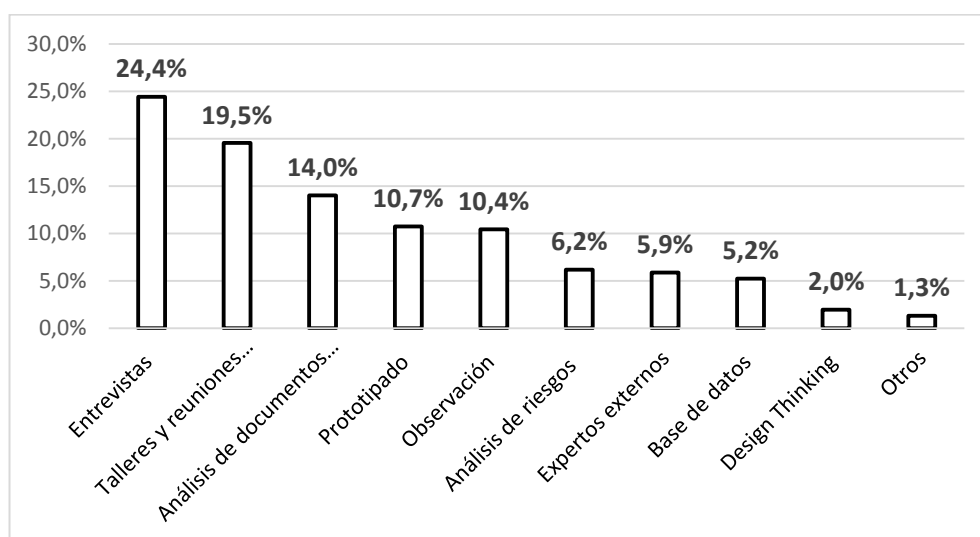
En la Tabla 40 se puede observar que existe una cantidad similar de respuestas de las técnicas de análisis de datos existentes, observación y prototipos.

Entre las opciones de respuesta se podía seleccionar “Otro”; en caso de escoger esta opción se debía describir la técnica que emplean para levantar requisitos y esto fue lo que contestaron los encuestados:

- Usuarios expertos de cada área definen las necesidades, y se acompaña con la guía de soluciones
- Revisión de software nativo
- AS IS / TO BE
- Revisión código fuente

Tabla 40*Técnicas de elicitación de requisitos*

Técnica	N° de respuestas	Porcentaje
Entrevistas	75	83,33%
Talleres y reuniones específicas	60	66,67%
Análisis de documentos existentes	43	47,78%
Prototipado	33	36,67%
Observación	32	35,55%
Análisis de riesgos	19	21,11%
Expertos externos	18	20%
Base de datos para la reutilización (Requisitos) y directrices	16	17,78%
Design Thinking / Lean Startup	6	6,67%
Otros (Pregunta abierta)	4	4,44%
Contratación de servicios externos	1	1,11%

**Figura 45** *Técnicas de elicitación de requisitos*

6.5.3 Responsabilidad de capturar requisitos.

Los equipos de trabajo de las personas encuestadas asignan la responsabilidad principal de capturar los requisitos al líder de proyecto (Ver Tabla 41) con un 28,9% de contestaciones. Como se muestra en la Figura 46, el 22,2% respuestas señalan que el Ingeniero en Requisitos es el encargado en realizar la elicitación; cabe indicar que el 2,2% de personas que afirman que nadie tiene la responsabilidad directa de realizar el levantamiento de requisitos en el proyecto que participan.

Tabla 41

Responsable de la elicitación

RESPONSABLE DE LA ELICITACIÓN	N° DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
Líder de Proyecto	26	28,9%
Ingeniero de Requisitos	20	22,2%
Analista de negocio	12	13,3%
Desarrollador	9	10,0%
Jefe de Producto	7	7,8%
Responsable del Producto	4	4,4%
Scrum Master	4	4,4%
Arquitecto	4	4,4%
Nadie tiene la responsabilidad principal	2	2,2%
Cliente	1	1,1%
Especialista de márketing	1	1,1%
TOTAL	90	100 %

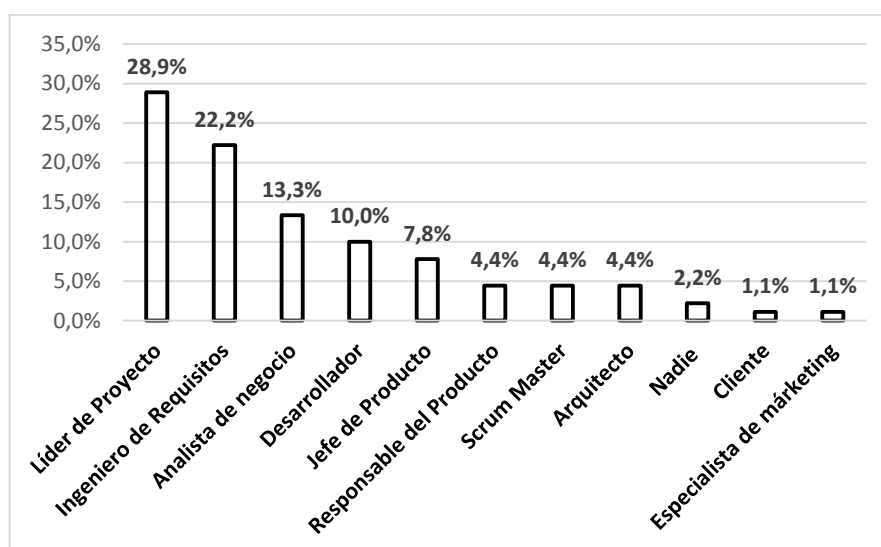


Figura 46 Porcentaje del responsable de la elicitación

6.6 DOCUMENTACIÓN DE REQUISITOS

6.6.1 Nivel de granularidad de documentación de requisitos.

Los resultados de la pregunta 18 reflejan que el 58,89% de los encuestados documentan requisitos de alto nivel al principio del proyecto y depuran requisitos detallados cuando es necesario (Ver Figura 47). En la Tabla 42 se indica que el 38,89% de encuestados declaran que documentan los requisitos detallados, únicamente al principio del proyecto y el 1,11% no documentan los requisitos.

Tabla 42

Nivel de granularidad de documentación de requisitos

DETALLE	N° DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
Documentamos requisitos de alto nivel al principio del proyecto y los refinamos en requisitos detallados cuando hace falta	53	58,89%
Documentamos requisitos detallados al principio del proyecto	35	38,89%

CONTINÚA →

No documentamos requisitos	1	1,11%
Otros	1	1,11%
TOTAL	90	100%

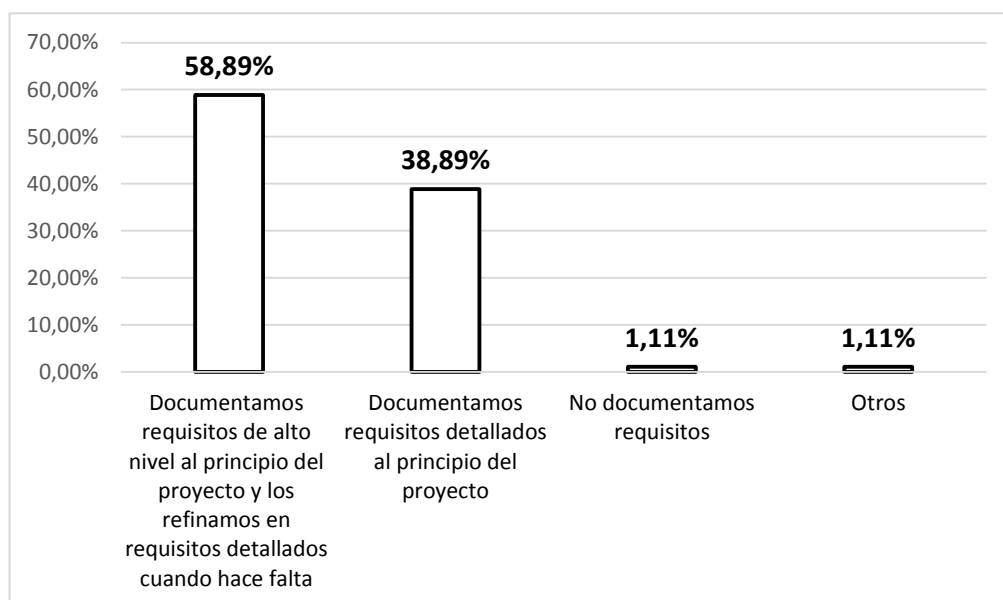


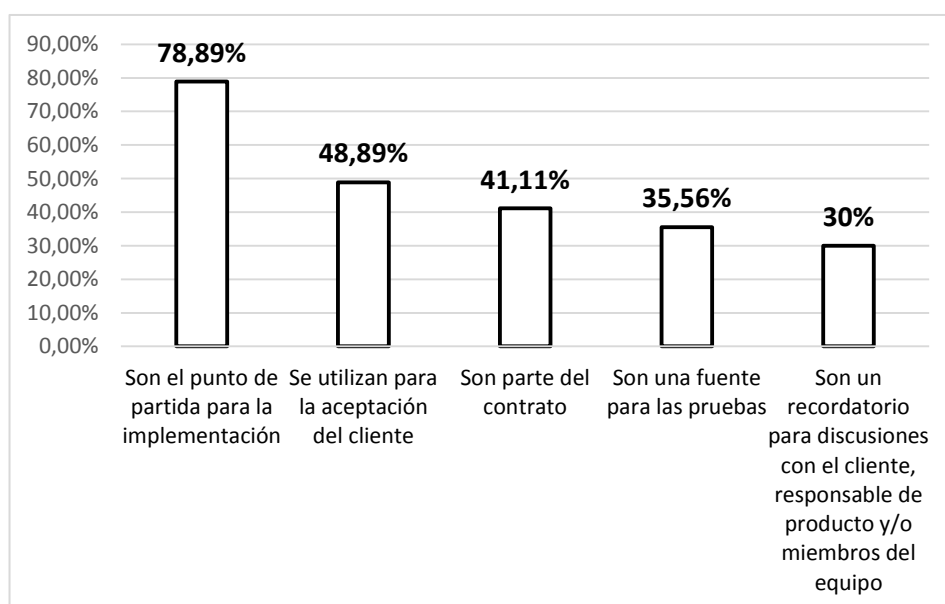
Figura 47 Nivel de granularidad de documentación de requisitos

6.6.2 Cómo utiliza los requisitos documentados.

El 78,89% personas encuestadas han indicado que utilizan los requisitos documentados como punto partida para la implementación del software encomendado (Ver Tabla 43); es decir es la primera actividad que realizan para comenzar con el desarrollo del software. El 48,89% señalan que documentan los requisitos para verificar la aceptación del cliente (Ver Figura 48). Es necesario mencionar que esta pregunta es de selección múltiple es por ello que el encuestado pudo escoger más de una opción. Cabe mencionar que la pregunta es de opción múltiple.

Tabla 43*Forma de usar requisitos documentados*

LEVANTAMIENTO DE REQUISITOS	N° DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
Son el punto de partida para la implementación	71	78,89%
Se utilizan para la aceptación del cliente	44	48,89%
Son parte del contrato	37	41,11%
Son una fuente para las pruebas	32	35,56%
Son un recordatorio para discusiones con el cliente, responsable de producto y/o miembros del equipo	27	30%

**Figura 48** Forma de usar requisitos documentados

6.6.3 Información explícita de la documentación de requisitos.

Los encuestados indican que la información explícita que detallan al documentar requisitos son las reglas de negocio a las que deben regirse, con un porcentaje de 65,56%, continuando con las propiedades funcionales que representan un 62,22% y otros indican que se documenta el comportamiento del sistema con 54,44% como se muestra en la Tabla 44. El resto de opciones de respuesta a la pregunta se muestran en la Figura 49 en donde se puede observar que tienen un valor muy aproximado.

Tabla 44

Tipo de información detallada en el documento de requisitos

Información	N° de respuestas	Porcentaje
Reglas (por ejemplo, reglas de negocio)	59	65,56%
Propiedades funcionales del sistema	56	62,22%
Comportamiento del sistema	49	54,44%
Interfaces de usuario	36	40%
Escenarios de uso	34	37,78%
Aspectos del proceso de desarrollo	33	36,67%
Interfaces técnicas	32	35,56%
Propiedades de calidad	26	28,89%
Restricciones de la arquitectura	25	27,78%
Metas	25	27,78%
Partes interesadas (stakeholders)	17	18,89%
Propiedades formales	12	13,33%

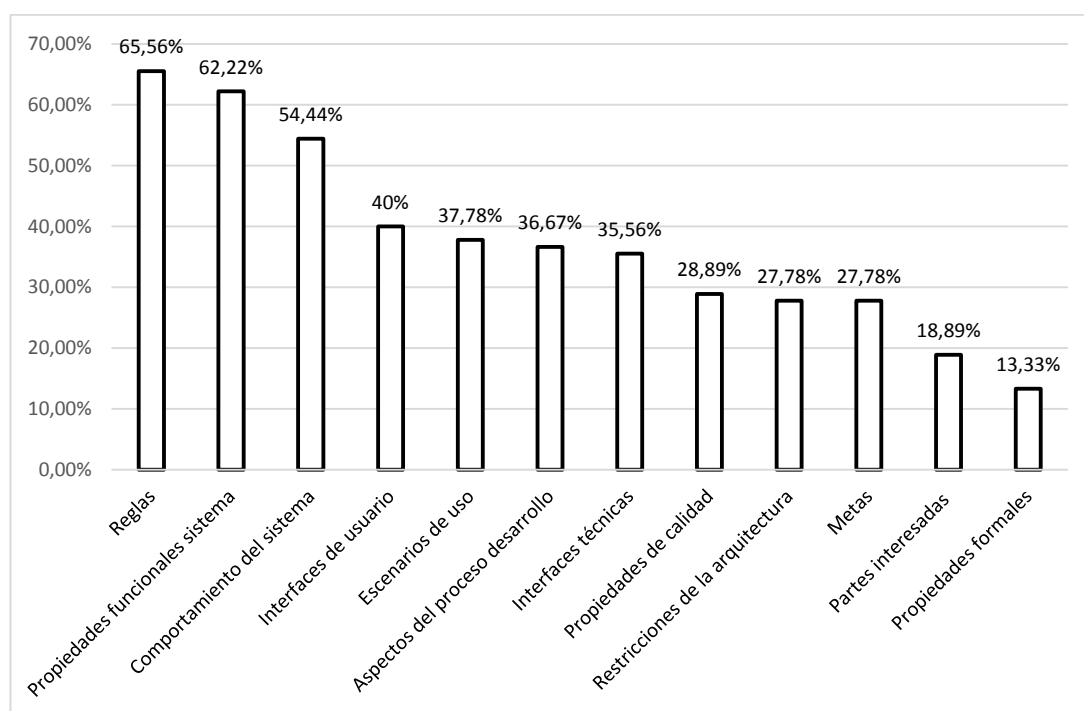


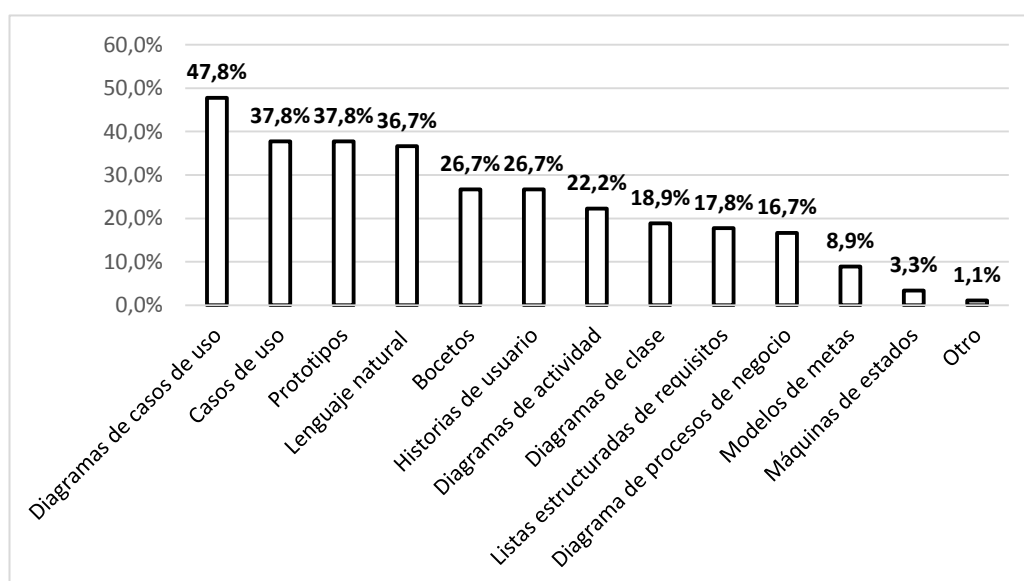
Figura 49 Tipo de información detallada en el documento de requisitos

6.6.4 Cómo documenta los requisitos.

En la Tabla 45 muestra que el 47,78% de encuestados afirman que documentan los requisitos mediante diagramas de casos de uso, muy seguidos con el 37,78% por la descripción de casos de uso y prototipos a pesar que estos últimos son más costoso de elaborar. El 36,67% de encuestados señalan que documentan requisitos en lenguaje natural y un 16,67% utilizan diagramas de procesos de negocio por lo que se puede inferir que un bajo porcentaje emplea la metodología Rational Unified Process (RUP). Hay que indicar que esta pregunta las personas pueden seleccionar varias opciones (Ver Figura 50).

Tabla 45*Formas de documentar*

FORMA DE DOCUMENTAR	N° DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
Diagramas de casos de uso	71	47,78%
Casos de uso	34	37,78%
Prototipos/ pantallas de usuario	34	37,78%
Lenguaje natural / Texto (simple) informal	33	36,67%
Bocetos	24	26,67%
Historias de usuario	24	26,67%
Diagramas de actividad	20	22,22%
Diagramas de clase	17	18,89%
Listas estructuradas de requisitos	16	17,78%
Diagrama de procesos de negocio	15	16,67%
Modelos de metas	8	8,89%
Máquinas de estados	3	3,33%
Otro	1	1,11%

**Figura 50** Formas de documentar

6.6.5 Requisitos no funcionales considerados explícitamente en la documentación de requisitos.

Las respuestas de las empresas de desarrollo de software referentes a los tipos de requisitos no funcionales documentados explícitamente se detallan en la Tabla 46. Debido a que la pregunta es de opción múltiple, los encuestados han señalado varias opciones denotando que los cuatro principales atributos de calidad que se documentan son la eficiencia de rendimiento, mantenibilidad, seguridad y usabilidad (Ver Figura 51). A continuación se listan la forma de como las empresas documentan los principales requisitos no funcionales.

Eficiencia de rendimiento

- Lenguaje natural
- Documentación escrita del porcentaje de rendimiento.
- Formato de metodología propia
- Se establece en el contrato y SLA'S
- Manuales técnicos
- Manual de usuario

Mantenibilidad

- Prototipado
- Se establece en el contrato
- Manual de usuario
- Lenguaje natural
- Formato de metodología propia

Seguridad

- Se documenta en el contrato
- Se documenta a través de un acuerdo de confidencialidad
- Formato de metodología propia

Usabilidad

- Prototipos
- Manual de usuario
- LOOK AND FEEL documentado por el usuario
- Formato de metodología propia

Tabla 46*Requisitos no funcionales documentados*

REQUISITOS NO FUNCIONALES	Nº DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
Eficiencia de rendimiento (por ejemplo, comportamiento temporal, utilización de recursos, capacidad)	29	32,22%
Mantenibilidad (por ejemplo, capacidad de análisis, modularidad, capacidad de modificación, reusabilidad, capacidad de validación)	26	28,89%
Seguridad (por ejemplo, responsabilidad, autenticidad, confidencialidad, integridad, no repudio)	25	27,78%
Usabilidad (por ejemplo, accesibilidad, reconocibilidad de idoneidad, aprendibilidad, operabilidad, protección contra errores de usuario, estética de la interfaz de usuario)	25	27,78%
Compatibilidad (por ejemplo, co-existencia, interoperabilidad)	22	24,44%
Portabilidad (por ejemplo, adaptabilidad, capacidad de instalación, capacidad de reemplazo)	19	21,11%
Fiabilidad (por ejemplo, disponibilidad, tolerancia a fallos, madurez, capacidad de recuperación)	18	20%
Prevención de accidentes (por ejemplo, reducción de riesgo para la salud o de desastres)	10	11,11%

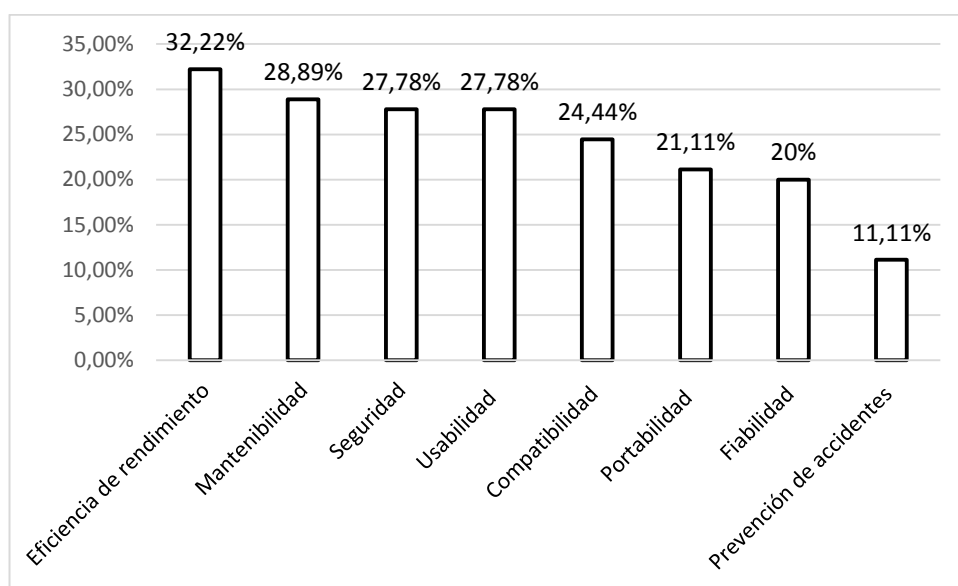


Figura 51 Requisitos funcionales documentados

Se puede visualizar en la Tabla 47 que pese que los encuestados afirman utilizar atributos de calidad, no todos documentan explícitamente estos requisitos no funcionales:

Tabla 47

Comparación de preguntas sobre los atributos de calidad

Atributos de calidad	Porcentaje respuesta de “¿Cuál (es) son los atributos de calidad?”	Porcentaje respuesta de “¿Qué clases de requisitos no funcionales considera explícitamente en su documentación de requisitos?”
Seguridad	16,1%	14,37%
Mantenibilidad	15,2%	14,94%
Usabilidad	14,9%	14,37%
Compatibilidad	14,0%	12,64%

6.7 VALIDACIÓN DE REQUISITOS

6.7.1 Forma de verificar los requisitos.

La mayoría de personas realizan inspecciones para realizar la validación de los requisitos, la selección de esta opción de revisiones técnicas formales representan un 60% (Ver Tabla 48) muy seguido por las personas que optan por verificar los requisitos mediante simulaciones con un 50% de respuestas, únicamente 1,11% (Ver Figura 52) indica que realiza otra técnica “prototipos”.

Tabla 48

Formas de verificar los requisitos

Técnica para validar requisitos	N° de respuestas	Porcentaje
Inspecciones (revisiones técnicas formales utilizando técnicas de lectura o checklists)	54	60%
Simulaciones	45	50,00%
Revisión por pares informal	29	32,22%
Explicación superficial (Walkthrough)	9	10%
Comprobación automática	8	8,89%
No verificamos y/o validamos requisitos	4	4,44%
Otro	1	1,11%

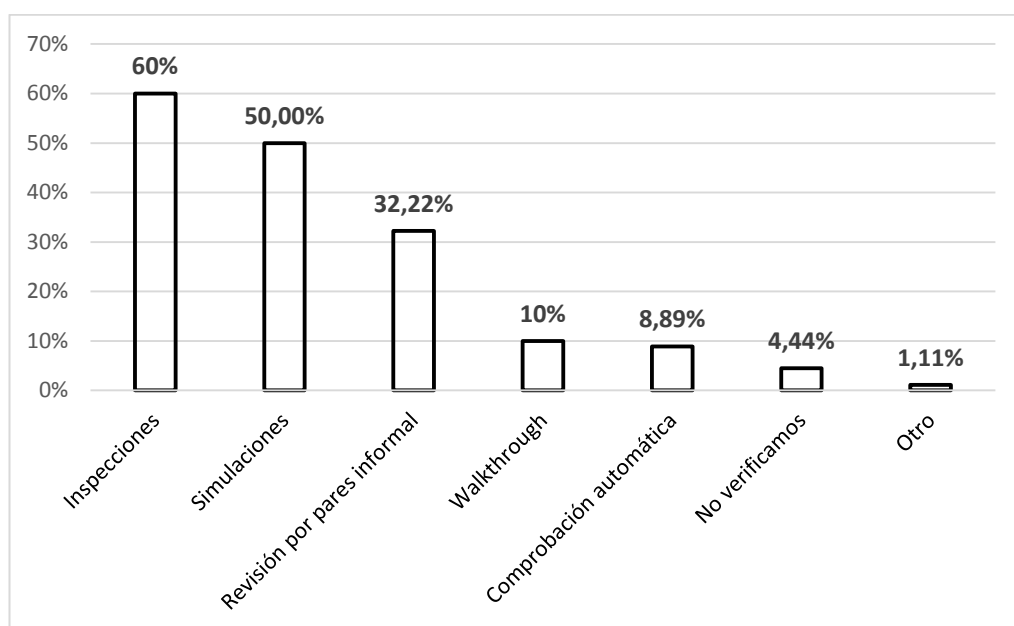


Figura 52 Porcentaje de uso de técnicas de validación

6.7.2 Alineación de las pruebas de software con los requisitos.

El 52,22%, definen criterios de aceptación y pruebas para los requisitos, de la misma manera los proyectos que comprueban la cobertura de los requisitos con pruebas (Ver Figura 53). Se puede mencionar que apenas el 2,22% de empresas no alinean pruebas y requisitos (Ver Tabla 49) mientras que el 1,11% respondieron a la opción de “Otro” indicando que “alinean las pruebas de software con los requisitos mientras realizan el SCRUM”.

Tabla 49

Formas de alineación de la pruebas de software con los requisitos

OPCIONES	Nº DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
Definimos criterios de aceptación y pruebas para los requisitos	47	52,22%
Comprobamos la cobertura de requisitos con las pruebas	47	52,22%

CONTINÚA →

Los ingenieros de pruebas participan en la revisión de requisitos	36	40%
Derivamos pruebas de modelos de sistema	14	15,56%
No alineamos pruebas y requisitos	2	2,22%
Otro	1	1,11%

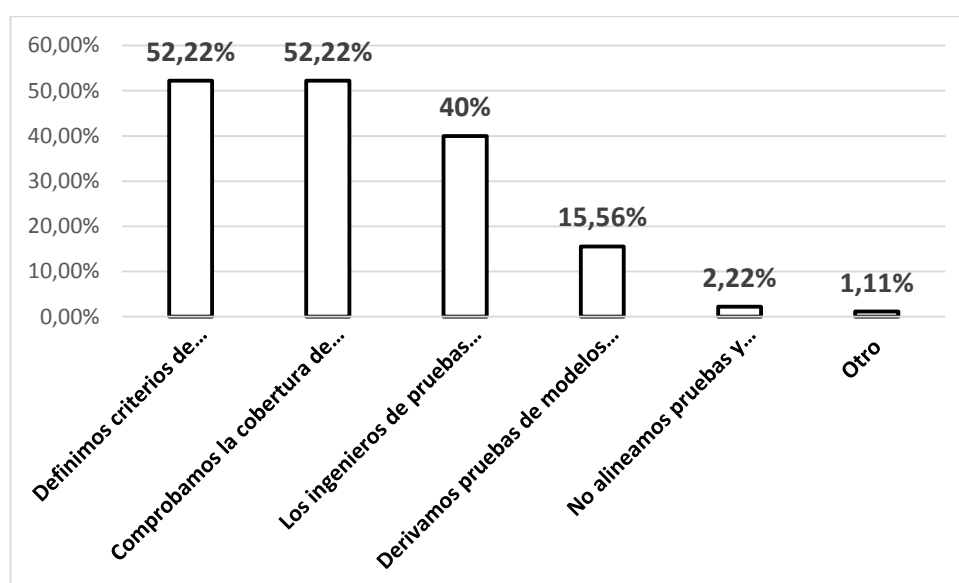


Figura 53 Formas de alineación de la pruebas de software con los requisitos

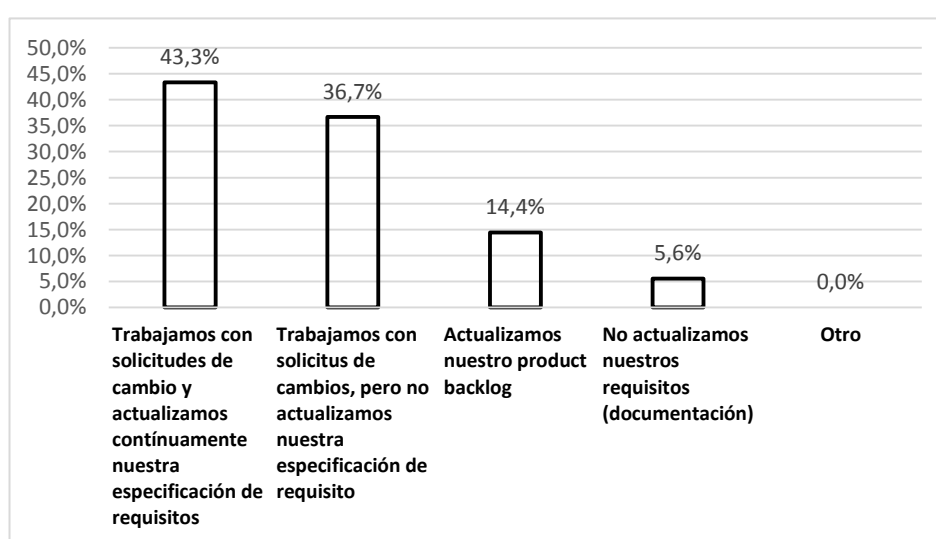
6.8 GESTIÓN DE REQUISITOS

6.8.1 Cambios de los requisitos después del lanzamiento.

El 43,3% de encuestados afirman que posterior al lanzamiento inicial del sistema, continúan realizando la gestión de cambios y a la vez actualiza su especificación de requerimientos (Ver Figura 54). Mientras que 36,7% indican que trabajan en la solicitud de cambios de una parte del sistema o de todo el sistema pero sin registrar estas actualizaciones en el documento de especificación de requerimientos; únicamente el 5,6% no realiza ninguna actualización de los requerimientos (Ver Tabla 50).

Tabla 50*Trabajo con requisitos después de un lanzamiento*

OPCIÓN	N° DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
Trabajamos con solicitudes de cambio y actualizamos continuamente nuestra especificación de requisitos de acuerdo a los cambios, después de que se hayan aceptado formalmente	39	43,3%
Trabajamos con solicitud de cambios, pero no actualizamos nuestra especificación de requisitos una vez que se ha aceptado formalmente.	33	36,7%
Actualizamos nuestro product backlog	13	14,4%
No actualizamos nuestros requisitos (documentación)	5	5,6%
Otro	0	0,0%
TOTAL	90	100%

**Figura 54** Trabajo con requisitos después de un lanzamiento

6.9 PROBLEMAS CONCEBIDOS, CAUSAS Y EFECTOS

6.9.1 Nivel de satisfacción de la Ingeniería de Requisitos.

La empresas encuestadas indicaron que se encuentran satisfechos de la forma en como realizan la ingeniería de requisitos en su proyecto (Ver Tabla 51) con un porcentaje de respuesta del 48,89%. El 32,22% afirman que no se encuentran ni satisfecho ni insatisfecho de su IR, mientras que apenas el 5,55% de encuestados se encuentran insatisfechos o muy insatisfechos de su IR (Ver Figura 55).

Tabla 51

Nivel de satisfacción

NIVEL DE SATISFACCIÓN	N° DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
Satisfecho	44	48,89%
Ni insatisfecho ni satisfecho	29	32,22%
Muy Satisfecho	12	13,33%
Insatisfecho	3	3,33%
Muy insatisfecho	2	2,22%
TOTAL	90	100%

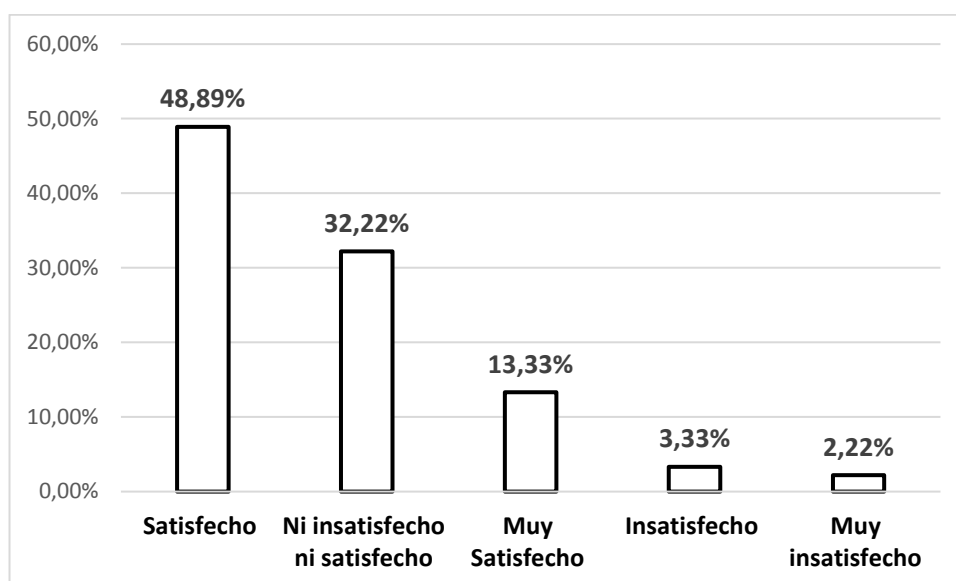


Figura 55 Nivel de satisfacción

6.9.2 Satisfacción en la forma de realizar la ingeniería de requisitos.

En razón de que 56 personas contestaron que se encuentran bastante satisfechos con la forma en que realizan la ingeniería de requisitos en su proyecto, se ha obtenido 80,7% (Ver Tabla 52) de criterios que afirman recibir varios beneficios con la incorporación de IR no obstante el 19,3% no respondió esta pregunta pero se encuentran satisfechos. A continuación se muestran algunas de las respuestas de los encuestados:

Tabla 52

Cifras de personas que contestaron la pregunta de satisfacción

CONTESTARON	Nº DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
SI	46	80.70%
NO	10	19.30%
TOTAL	56	100%

En Tabla 53 se listan todas las respuestas referentes al nivel de satisfacción de los encuestados sobre la IR, en donde se puede destacar que el 54% de respuestas están relacionadas a la buena aplicación del proceso de ingeniería de requisitos (Ver Figura 56), el 24% de respuestas está relacionado con aspectos que involucran los resultados y expectativas que tienen los clientes hacia el producto software entregado.

Tabla 53

Razones de satisfacción sobre el proceso de IR

CÓDIGO	CATEGORÍA	RESPUESTA	NÚMERO DE FRECUENCIAS
1	Producto	Sin problemas	3
		Porque no hay ningún problema al momento de que el software salga a producción	1
		No me han presentado problemas con el desarrollo del producto	1
		No hemos tenido inconvenientes en la línea base del software	1
		Expectativas	5
		Porque el producto final rinde lo deseado	1
		Porque cumple con las necesidades del cliente y las cláusulas del contrato	1
		Porque cubrimos la mayor parte de los requisitos funcionales del sistema.	1
		Cumple con lo definido por la empresa	1
		Tenemos un porcentaje alto de proyectos de éxito	1
		Resultados	4
		Los resultados obtenidos con los proyectos realizados son los esperados, pero se pueden mejorar mucho más	1
		Por resultados obtenidos	1
		Por los resultados obtenidos al final de cada iteración	1
		Porque las ventas son buenas	1
2	Proceso	Planificación	6
		Porque se hace de una manera rápido y con resultados satisfactorios.	1
		Ha sido tratada ampliamente en la ingeniería de software	1

CONTINÚA →

Porque es eficiente y lleva a los objetivos	1
Se cumplen con los objetivos al aplicar métodos y principios que contiene la ingeniería de software	1
Porque los requisitos ayudan a definir el alcance del proyecto y estimación de los cronogramas para poder entregar al cliente	1
Porque es un punto de partida para las actividades como planeación, básicamente en lo que se refiere las estimaciones de tipos y costos	1
Elicitación	7
Se hace un levantamiento total de los requisitos, de tal manera que se obtiene una planificación adecuada y eficiente.	1
Se obtienen los requisitos directos de la fuente	1
Requisitos tomados sin ambigüedad	1
Requisitos tomados correctamente	1
Requisitos tomados claramente sin ambigüedad	1
Porque se realiza un correcto levantamiento de requisitos en etapas iniciales, la cual permite que en la actualización de requisitos no existan inconvenientes	1
Porque se realiza un correcto levantamiento de requisitos en etapas iniciales, lo cual permite que en la actualización de requisitos no existan inconvenientes	1
Documentación	5
Debido a la experiencia mantenemos documentación de casos de uso, ordenanzas estatales y hemos optado por un lenguaje interpretativo como el PHP para generar simulaciones que han hecho el levantamiento de requisitos muy sencillo	1
Porque mediante la documentación detalla he podido tener buenos resultados y aplicando la ingeniería de requisitos me ha permitido cumplir las funcionalidades que me exige el cliente	1
Por los diferentes procedimientos que nosotros realizamos para encontrar o llegar a los requisitos	1

		Porque se tiene un buen control sobre la recopilación de requisitos.	1
		Se sabe las necesidades del cliente / usuario y en base a eso se hacen los desarrollos	1
		Gestión	6
		Porque estamos desarrollando lo que el cliente quiere de una forma organizada, se implementan los cambios que el cliente requiere fácilmente y no es traumático para el equipo.	1
		Sin cambios oportunos	1
		Sin cambios oportunos	1
		El backlog del producto es afinado por cada iteración, podemos reaccionar rápidamente frente a los cambios, el soporte después de liberaciones es bajo.	1
		Te da la oportunidad de cambiar rápidamente algo que este bien o mal, pivotando cambios rápidamente el discurso podemos cambiar el alcance del proyecto	1
		Existen problemas en algunos proyectos pero son generalmente salvables con control de cambios	1
		Estrategias	3
		Porque se toman en cuenta todos los aspectos relacionados con los requisitos que el cliente solicita para su empresa	1
		Se interesa en mis expectativas personales y experiencias con la ingeniería de requisitos	1
		Porque el camino de esfuerzos de la investigación está orientada hacia mis problemas en la ingeniería de requisitos	1
		Comunicación entre el equipo del proyecto	5
		Se realizan reuniones con todas las áreas involucradas, se construye en algunas reuniones los requisitos, hasta cumplir con todos los puntos necesarios	1
3	Persona		

CONTINÚA 

Se escogió satisfecho porque inicialmente se realizó reuniones con todo el directorio para reunir ideas de los requerimientos que se pueden presentar y se usan estas ideas para dar inicio al proyecto	1
Porque el jefe de proyectos socializa con cada uno de los colegas y de esa manera cada uno los aplicarán correctamente en cada una de las áreas del proyecto	1
Por las socializaciones entre colegas y el cliente de esta manera las aplicaran en sus áreas	1
Se cuenta con un buen analista de negocios y él mismo tiene por lo menos una reunión semana con el cliente	1
Comunicación con el cliente	3
Me veo satisfecho porque podemos obtener de mejor manera los requisitos que el cliente propone mediante una correcta comunicación	1
El valor agregado para la correcta elaboración de requisitos es mantener una comunicación activa con nuestros clientes, cumplimiento de plazos y técnicas de altos rendimiento.	1
Debido a la comunicación continua con el cliente	1
Satisfacción	3
80 % de satisfacción	1
Alto grado de satisfacción tanto de los clientes como del grupo de trabajo.	1
Porque el cliente está satisfecho	1

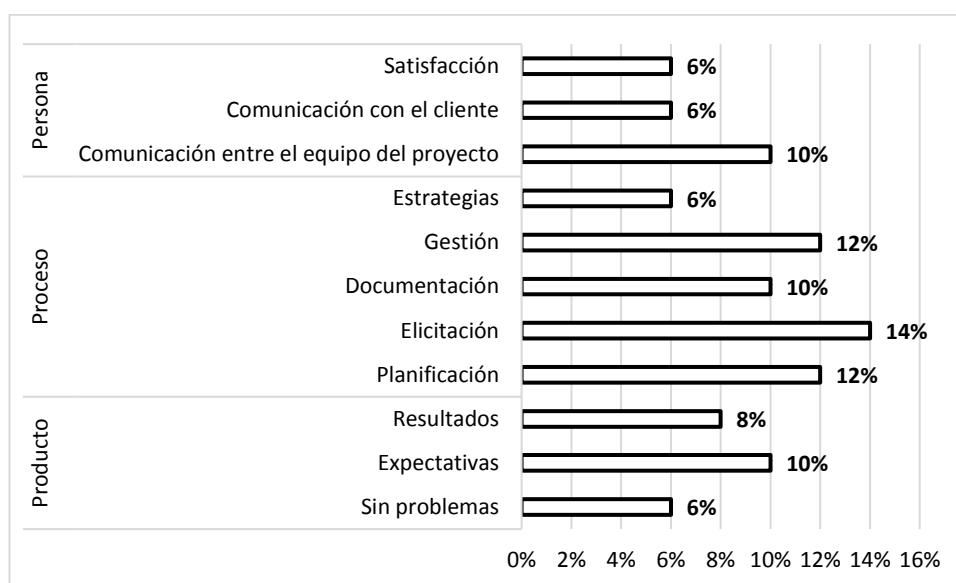


Figura 56 Razones de satisfacción sobre el proceso de IR

6.9.3 Insatisfacción en la forma que realiza la Ingeniería de Requisitos.

El 5,55% del total de encuestados mencionaron que se encuentran insatisfechos o bastante insatisfechos (Ver Tabla 54) de la forma como realizan la ingeniería de requisitos en sus proyectos, consideran que la incorrecta planificación ocasiona esa insatisfacción con un 40% de representatividad; a continuación en la Tabla 55 se muestra en la columna de respuesta los comentarios que han presentado los encuestados (Ver Figura 57).

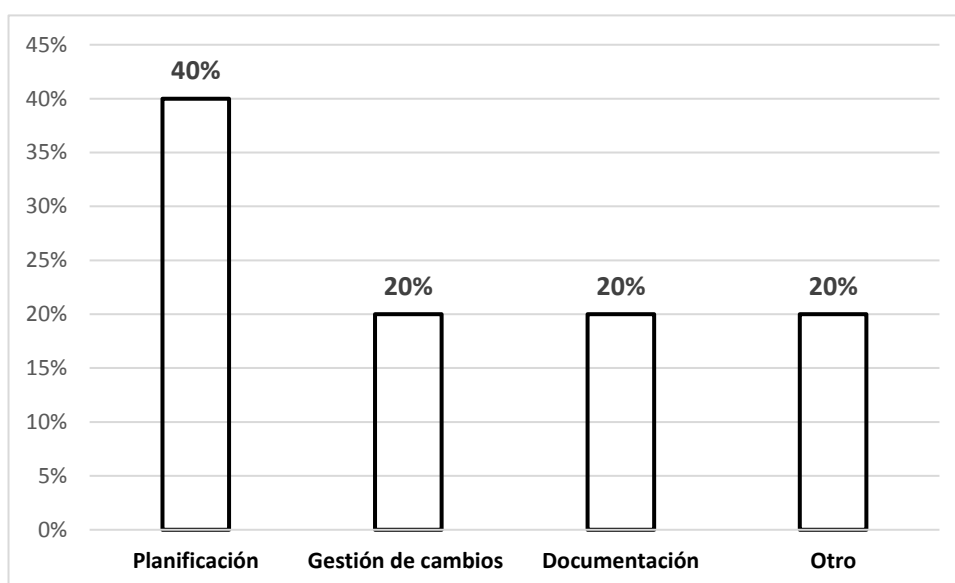
Tabla 54

Cifras de personas que contestaron la pregunta de insatisfacción

CONTESTARON	N° DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
SI	4	80%
NO	1	20%
TOTAL	5	100%

Tabla 55*Razones por la insatisfacción en la forma que realiza IR*

CÓDIGO	CATEGORÍA	RESPUESTA	Nº DE FRECUENCIAS
1	Planificación	Porque debido al tiempo de desarrollo no se las pueden implementar bien	1
		No se usa adecuadamente para la planificación: esfuerzo, tiempos y por tanto cálculo adecuado de costos	1
2	Gestión de cambios	Se realizan muchos cambios, cuando el cliente recibe el software	1
3	Documentación	Se requiere mejor documentación para un mejor análisis. No todos los requisitos, sobre todo después de iniciar un proyecto, tienen algún cambio	1
4	Otro	Faltan estándares	1

**Figura 57** Razones por la insatisfacción en la forma que realiza IR

6.9.4 Consecuencias de la ingeniería de requisitos satisfactoria.

Los encuestados afirman que una de las principales consecuencias de realizar un buen proceso ingeniería de requisitos es la satisfacción del cliente con un 21% de representación (Ver Figura 58).

Otras consecuencias que reiteran los encuestados a partir de una IR satisfactoria es el cumplimiento de las expectativas del cliente con 21% de representación y la correcta planificación con el mismo porcentaje. Debido a que es una pregunta abierta hay una variedad de criterios (Ver Tabla 56). El 24,56% no emitieron ninguna respuesta (Ver Tabla 57).

Tabla 56*Consecuencias de la IR satisfactoria*

CATEGORÍA		RESPUESTA	NÚMERO DE FRECUENCIAS
1	Producto	Expectativas	12
		Un buen proyecto	1
		La entrega sin novedades del producto software	1
		Porque cubrimos la mayor parte de los requisitos funcionales del sistema.	1
		El modelo desarrollado cumple con las necesidades del cliente	1
		Producto que cumple con las expectativas del cliente	1
		El producto cubre las necesidades del cliente de manera oportuna.	1
		La funcionalidad del software es adecuada	1
		Sistemas adecuados para los clientes.	1
		Un software que agrada al usuario	1
		Cumplió los requisitos	1
		Proyectos terminados exitosamente	1
		Grande ventas	1
		Calidad	5
		Productos de calidad	1
		Software de calidad	1
		Producto de calidad	1
		Producto altamente funcional	1
		Pocos cambios y un producto robusto sin parches y pocos fallos	1
		2	Proceso
Se considera diferentes líneas de trabajo, pero una de las más importantes es la gestión de requisitos, la cual se encarga de proveer la dirección y alcance del proyecto.	1		

CONTINÚA →

		Gestión centralizada, alta reutilización e integración de procesos.	1
		Nos brinda la facilidad de encontrar los requisitos	1
		Ningún cambio repentino	1
		Ningún cambio repentino	1
		Eficiencia y eficacia	1
		Planificación	12
		Proyectos finalizados acorde a los cronogramas, gran compromiso de las áreas cliente al construir los requerimientos	1
		Cumple con lo definido por la empresa	1
		Cumplimiento de metas y tiempos	1
		Seguimiento y control más eficientes	1
		El desarrollo se hace en el tiempo planificado	1
		El cliente tiene lo que quiere en el tiempo que lo necesita, es decir, si existe un cambio en su negocio sabe que se puede implementar en corto tiempo una solución en el sistema.	1
		Desarrollar software de calidad en tiempos cortos y eficientes	1
		Desarrollar software de calidad en tiempos cortos y eficientes	1
		Reglas de negocio claros	1
		Reglas de negocios claros	1
		Se llega a buenos acuerdos	1
		Permite verificar si se alcanzaron o no los objetivos establecidos en el proyecto ya que son un reflejo de las necesidades de los clientes	1
3	Persona	Habilidad	6
		Motivación del equipo	1
		Sacar lo mejor de los miembros del equipo	1
		Disfrutar la programación	1
		Aumentar la creatividad	1
		Buena capacitación por parte del cliente	1
		Permite atender clientes al detalle y empresas de todos tamaños siempre con un sistema de gestión de calidad a la mano	1
		Satisfacción	12

		Entrega a satisfacción del cliente	1
		80 % de satisfacción	1
		El software satisface las necesidades del cliente	1
		Usuario satisfecho	1
		Un buen producto y la satisfacción del cliente	1
		Un software que cumple con los deseos del cliente	1
		Se tiene un producto que satisface las necesidades del cliente.	1
		Usuario satisfecho	1
		Usuario satisfecho con el producto	1
		Satisfacción de clientes	1
		La cantidad de problemas o incidencias es aceptada y el cliente está satisfecho	1
		Clientes satisfechos y fieles durante varios años	1
		La empresa desarrolladora obtiene un buen prestigio	1
		Los servicios que da la empresa son reconocidos.	1
4	Otros	Mayor mercado y realización de proyectos a corto plazo	1
		Las consecuencias son positivas debido a que en conjunto se analizan los requisitos iniciales entre el directorio "máximo autoridad" y los técnicos (desarrolladores) para dar peso al proyecto	1

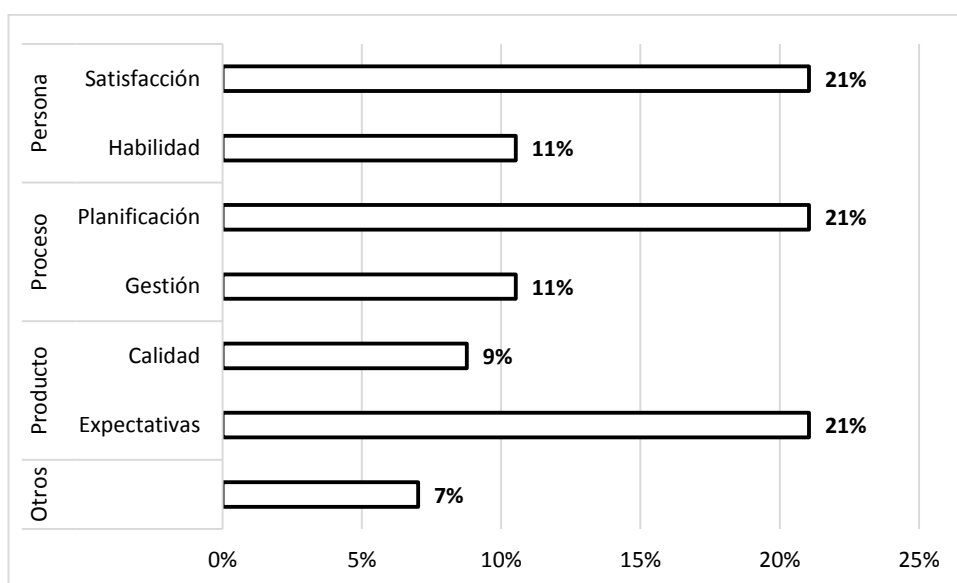


Figura 58 Consecuencias de la IR satisfactoria

Tabla 57

Porcentaje de personas que indicaron las consecuencias

CONTESTARON	N° DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
SI	43	74,44%
NO	13	24,56%
TOTAL	56	100%

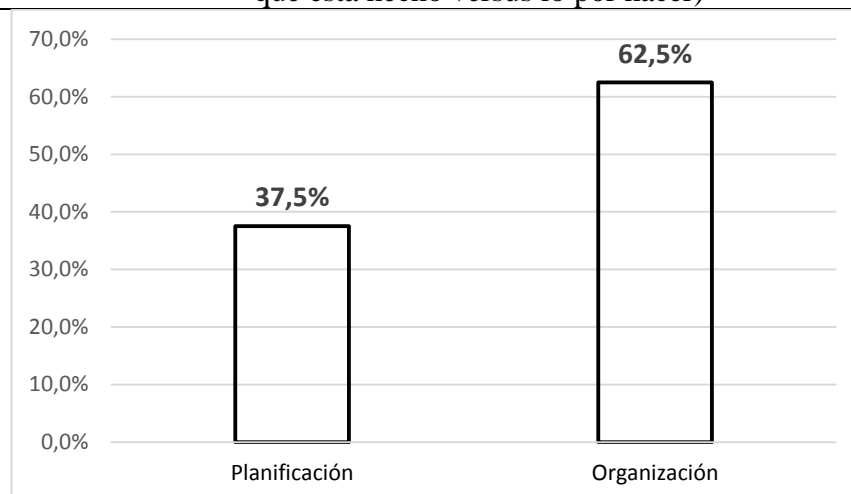
6.9.5 Consecuencias de la ingeniería de requisitos insatisfactoria.

En la Tabla 58 se muestra las consecuencias que consideran los encuestados comunes para la insatisfacción son problemas con el proceso debido a una desorganización 62,5%.

Por parte del equipo ocasionando que no se cumpla con las metas fijadas y por otra parte problemas con la planificación que se acordó provocando retrasos e incumplimiento (Ver Figura 60):

Tabla 58*Consecuencias de la ingeniería de requisitos insatisfactoria*

CÓDIGO	CATEGORÍA	RESPUESTA	N° DE FRECUENCIAS
1	Planificación	Tiempo excesivo	1
		Desviaciones tiempo y costos.	1
		Retrasos e incumplimiento	1
2	Organización	Desorganización del equipo de desarrollo	1
		Desorganización del proyecto - no se pueden colocar DEADLINES	1
		Doble trabajo y confusión en los requisitos	1
		No se alcanzan metas - no existen metas claras	1
		Choque de desarrollo (no tienen claro lo que está hecho versus lo por hacer)	1

**Figura 59** Consecuencias de la ingeniería de requisitos insatisfactoria

6.9.6 Soluciones para estar satisfechos con la Ingeniería de Requisitos.

Se preguntó a los encuestados “En algún momento del pasado, es probable que no estuvo completamente satisfecho con la ingeniería de requisitos de su proyecto. ¿Qué hizo para solucionarlo?” donde el 40,35% de los encuestados indicaron que si han tenido inconvenientes, mientras que el 57,89% afirmo que no tuvieron ningún problema (Ver Tabla 59).

De las 23 respuestas obtenidas, el 54% respondieron que las soluciones para tener una ingeniería de requisitos satisfactoria están relacionadas con una adecuada planificación de sus proyectos y el cambio metodológico de desarrollo (Ver tabla 60). En la Figura 60 indica que el 21% solucionaron sus problemas de IR mediante la contratación de personal especializado y el 17 % tuvieron que brindar capacitación a su personal.

Tabla 59

Porcentaje de personas que tuvieron dificultad

CONTESTARON	N° DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
SI	23	40,35%
NO	32	57,89%
SIN RESPUESTA	1	1,75%
TOTAL	56	100%

Tabla 60

Soluciones para obtener una IR satisfactoria

CÓDIGO	CATEGORÍA	RESPUESTA	NÚMERO DE FRECUENCIAS
		Planificación y estrategias	13
		Cambiamos completamente la metodológica después de 5 años de tener problemáticas post implementación por un mal levantamiento.	1
		Pasamos de requerimientos bastante documentados a escribir historias de usuario y se cambió de una metodología en cascada a una metodología ágil.	1
		Implementar las metodologías convenientes	1
1	Proceso	Aplicamos procedimientos para mejorar en cada proyecto.	1
		Analizar el presupuesto y los requerimientos inicialmente.	1
		Se hizo una nueva recolección de requisitos "varias veces".	1
		Levantar un documento de especificaciones funcionales de cada una de las funcionalidades del aplicativo junto con el usuario final.	1

CONTINÚA →

		Contratos firmados que respalden lo acordado	1
		Especificar los requerimientos de un problema, con la mayor calidad posible.	1
		Se realizó una re estructuración de requisitos y se buscó un acuerdo con el cliente.	1
		Adaptarse a los tiempos y las expectativas que el cliente tiene del producto.	1
		Adaptar los desarrollos y las necesidades que tiene el cliente con respecto al producto.	1
		Mejorar la documentación por escrito firmada con el cliente para comprometerlo.	1
		Equipo de proyecto	5
		Involucrar a un especialista de negocios.	1
		Contratar expertos en el área.	1
		Contratar nuevo personal, con ideas frescas e innovadoras para salvar el problema de la empresa	1
		Reuniones con el equipo de desarrollo	1
		Documentar mayor involucramiento del dueño del proceso	1
		Capacitación, asesoría, certificados de calidad ISO y EFQM.	1
		Capacitación.	1
2	Persona	Capacitaciones constantes a los ingenieros.	1
		Capacitaciones constantes a los ingenieros de requisitos.	1
		Leer sobre el proceso unificado de desarrollo de software.	1
		Mejorar la comunicación con el cliente	1

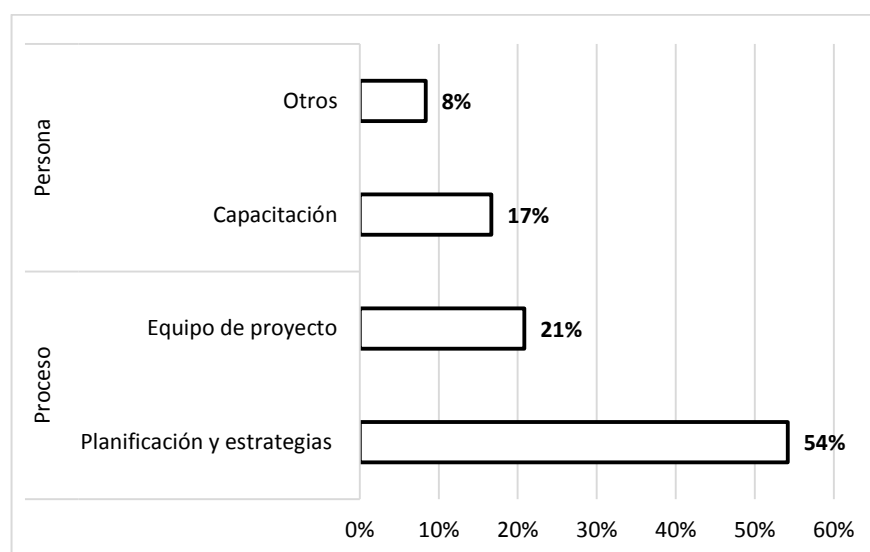


Figura 60 Porcentaje de cada categoría de solución para una IR satisfactoria

6.9.7 Cambios en la ingeniería de requisitos para hacerla satisfactoria.

Las personas encuestas que señalaron que se encuentran insatisfechas de la forma en la que realizan la ingeniería de requisitos el 27,3% sugirieron realizar acuerdos formales con el cliente para no tener inconvenientes posteriores, además se propone realizar un correcto proceso de IR como es realizar la documentación, verificación, planificación incorporar el uso de metodologías para hacerla satisfactoria (Ver Tabla 61):

Tabla 61

Cambios en la ingeniería de requisitos para hacerla satisfactoria.

CÓDIGO	CATEGORÍA	RESPUESTA	Nº DE FRECUENCIAS
1	Metodología	Aplicar las normas básicas y métodos de prueba por requisito	1
		Estandarizar	1
		Formalidad de acuerdos con el cliente	1
2	Cliente	Aplicar ingeniería de requisitos de acuerdo a los requerimientos que el cliente solicita.	1
		Buscar firmas de aprobación	1

CONTINÚA →

3	Planificación	Ajustar el requerimiento inicial y presupuesto	1
		Discusiones más formales y técnicas sobre los requisitos	1
4	Documentación	Realizar documentación detallada	1
		Mejorar la documentación de requisitos	1
5	Validación	Verificación Requisitos	1
		Enlazar adecuadamente requisitos con pruebas	1

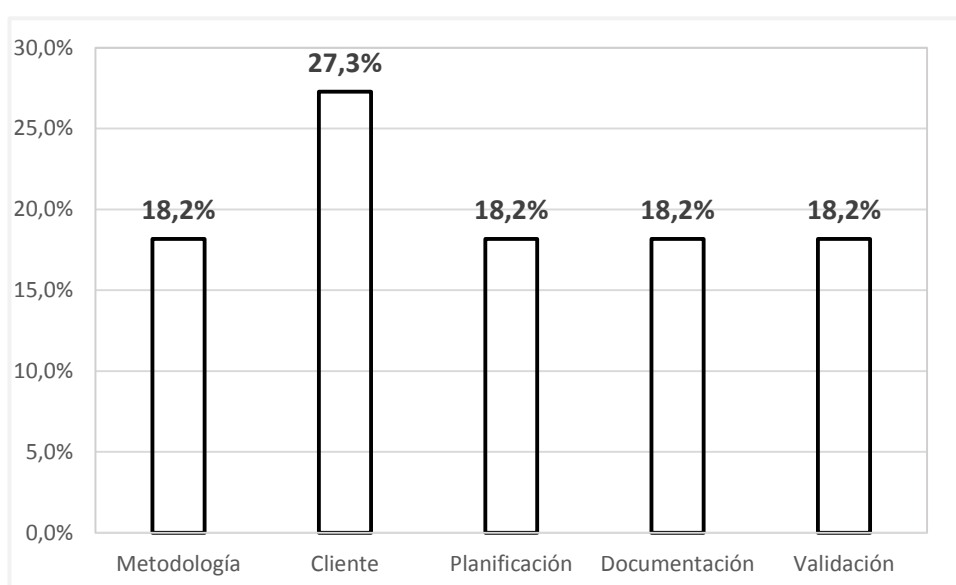


Figura 61 Cambios en la ingeniería de requisitos para hacerla satisfactoria

6.9.8 Problemas presentados.

A continuación se presentan los problemas comunes identificados en el proceso de Ingeniería de Requisitos que enfrentan las empresas, mediante la escala de Likert se verificará el nivel de impacto:

Fallas de comunicación dentro del equipo del proyecto.

Tabla 62

Cifras de fallas de comunicación dentro del equipo

OPCIÓN	N° DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
No se aplica en absoluto	14	15,56%
No se aplica mucho	24	26,67%
Neutro	22	24,44%
Más bien se aplica	20	22,22%
Aplica Fuertemente	10	11,11%
TOTAL	90	100%

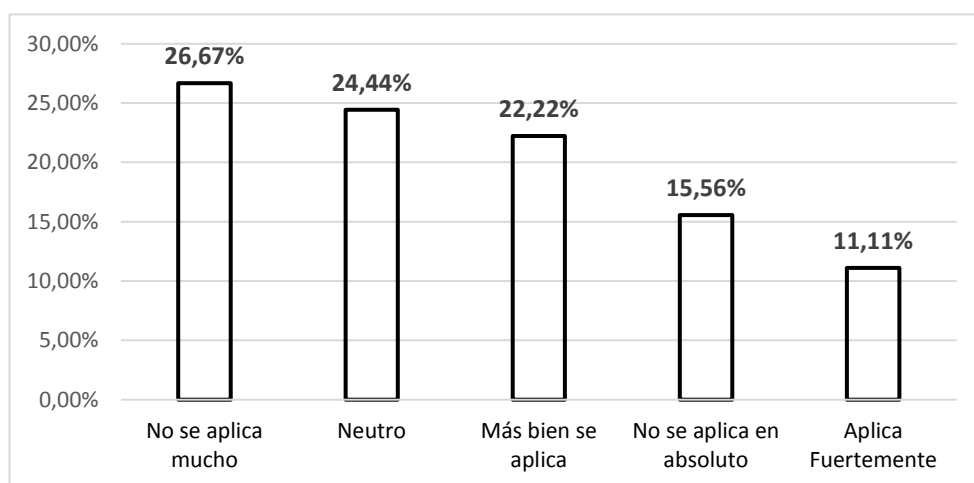


Figura 62 Porcentajes de fallas de comunicación dentro del equipo

Fallas de comunicación entre el proyecto y el cliente

Tabla 63

Cifras de fallas de comunicación entre el proyecto y el cliente

OPCIÓN	N° DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
No se aplica en absoluto	10	11,11%
No se aplica mucho	23	25,56%
Neutro	20	22,22%
Más bien se aplica	21	23,33%
Aplica Fuertemente	16	17,78%
TOTAL	90	100%

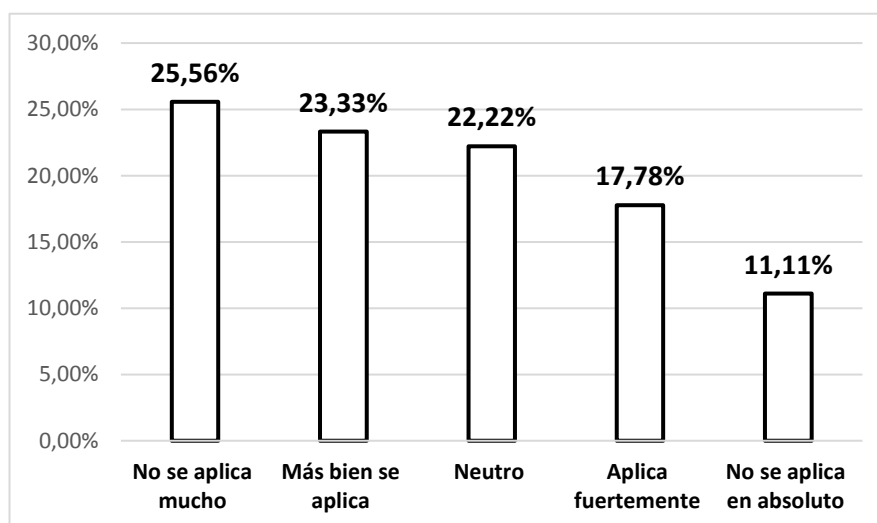


Figura 63 Porcentajes de fallas de comunicación entre el proyecto y el cliente

Problemas de terminología

Tabla 64

Cifras de problemas de terminología

OPCIÓN	N° DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
No se aplica en absoluto	10	11,11%

CONTINÚA →

No se aplica mucho	34	37,78%
Neutro	29	32,22%
Más bien se aplica	11	12,22%
Aplica Fuertemente	6	6,67%
TOTAL	90	100%

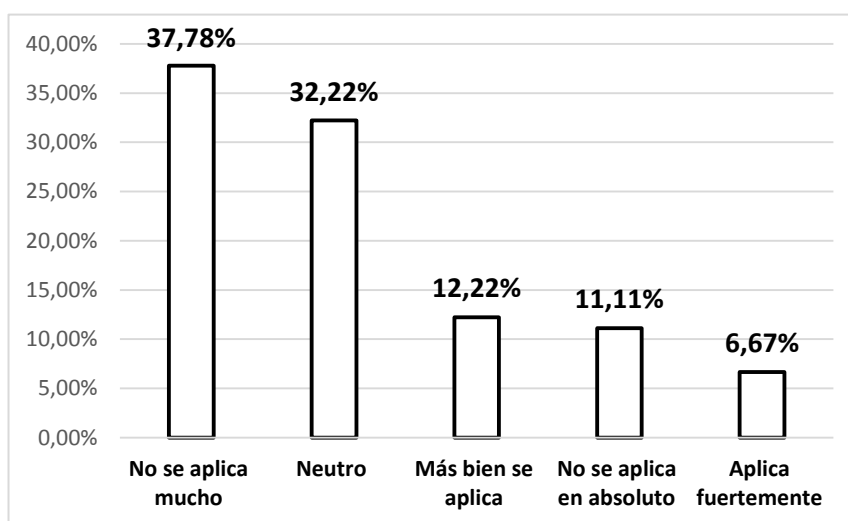


Figura 64 Porcentajes de problemas de terminología

Requisitos incompletos u ocultos

Tabla 65

Cifras de requisitos incompletos u ocultos

OPCIÓN	N° DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
No se aplica en absoluto	10	11,11%
No se aplica mucho	23	25,56%
Neutro	22	24,44%
Más bien se aplica	20	22,22%

CONTINÚA →

Aplica Fuertemente	15	16,67%
TOTAL	90	100%

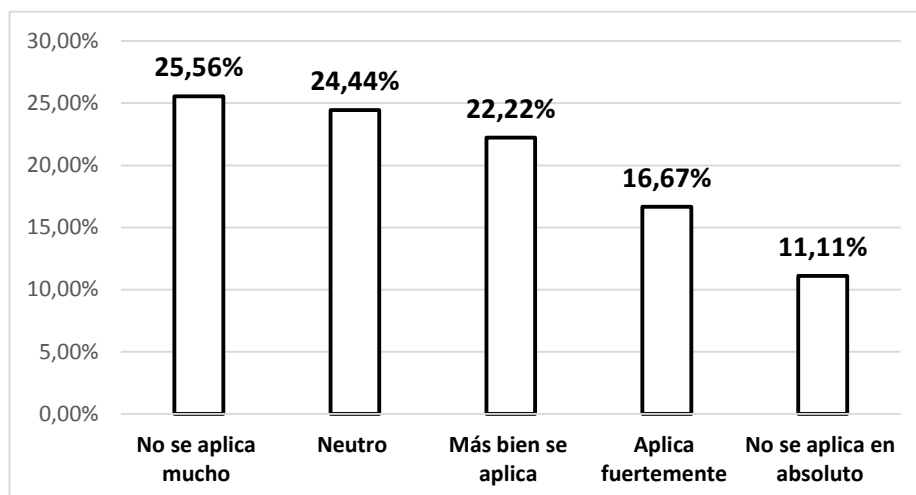


Figura 65 Porcentajes de requisitos incompletos u ocultos

Soporte insuficiente por parte del responsable del proyecto

Tabla 66

Cifras de soporte insuficiente por parte del responsable del proyecto

OPCIÓN	N° DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
No se aplica en absoluto	13	14,44%
No se aplica mucho	29	32,22%
Neutro	29	32,22%
Más bien se aplica	16	17,78%
Aplica Fuertemente	3	3,33%
TOTAL	90	100%

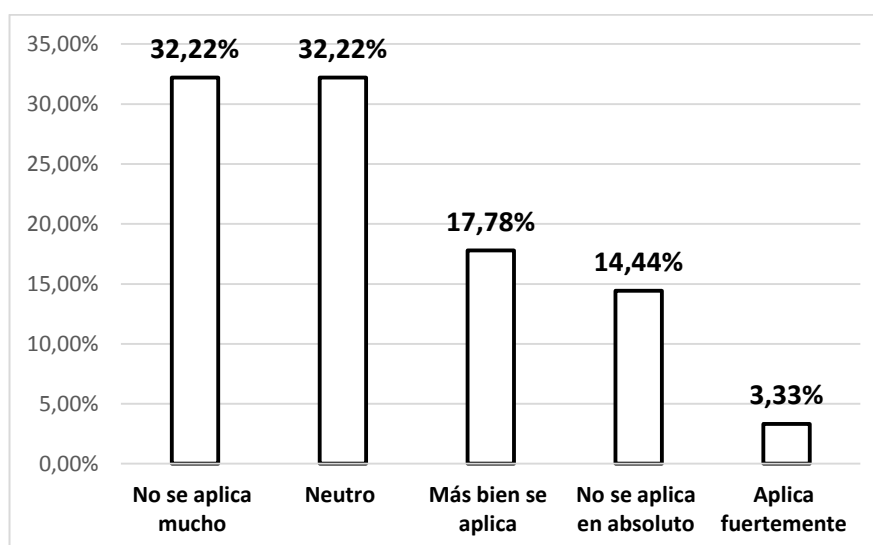


Figura 66 Porcentajes de soporte insuficiente por parte del responsable del proyecto

Soporte insuficiente por parte del cliente

Tabla 67

Cifras de soporte insuficiente por parte del cliente

OPCIÓN	N° DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
No se aplica en absoluto	9	10,00%
No se aplica mucho	18	20,00%
Neutro	30	33,33%
Más bien se aplica	25	27,78%
Aplica Fuertemente	8	8,89%
TOTAL	90	100%

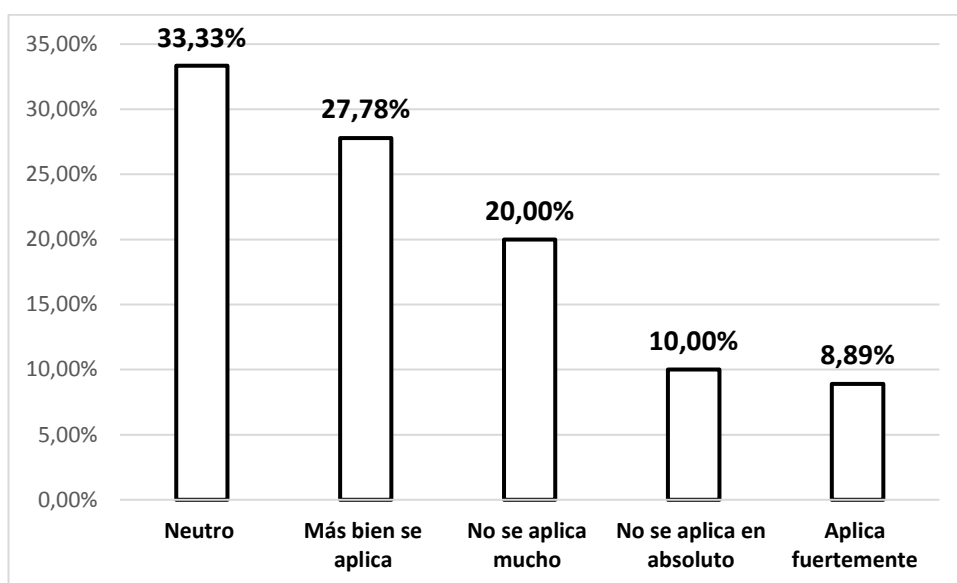


Figura 67 Porcentajes de soporte insuficiente por parte del cliente

Las partes interesadas tienen dificultad para separar los requisitos de los diseños de soluciones previas conocidas

Tabla 68

Cifras del problema entre las partes interesadas para separar los requisitos de los diseños de solución

OPCIÓN	Nº DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
No se aplica en absoluto	15	16,67%
No se aplica mucho	17	18,89%
Neutro	29	32,22%
Más bien se aplica	21	23,33%
Aplica Fuertemente	8	8,89%
TOTAL	90	100%

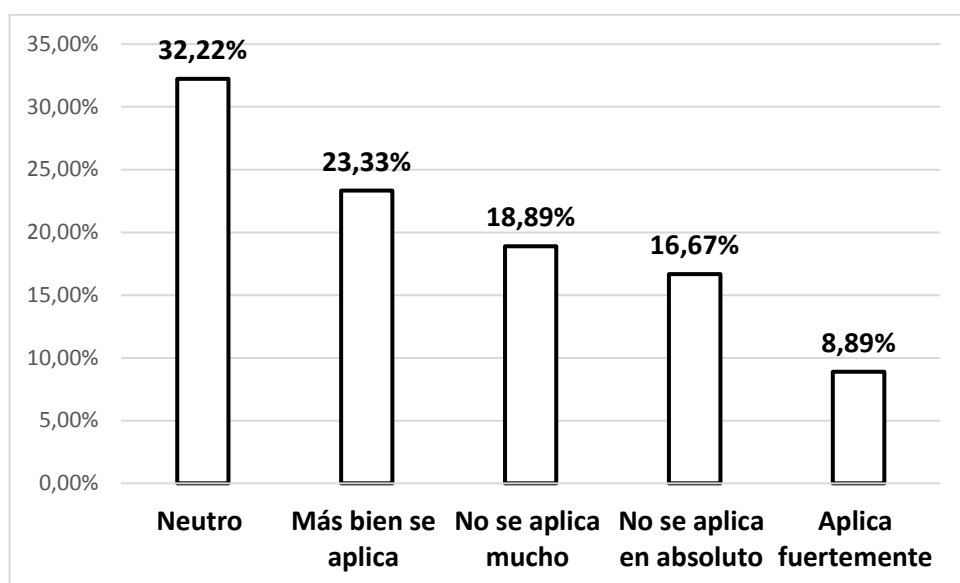


Figura 68 Porcentajes del problema entre las partes interesadas para separar los requisitos de los diseños de solución

Requisitos inconsistentes

Tabla 69

Cifras de requisitos inconsistentes

OPCIÓN	N° DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
No se aplica en absoluto	14	15,56%
No se aplica mucho	24	26,67%
Neutro	22	24,44%
Más bien se aplica	20	22,22%
Aplica Fuertemente	10	11,11%
TOTAL	90	100%

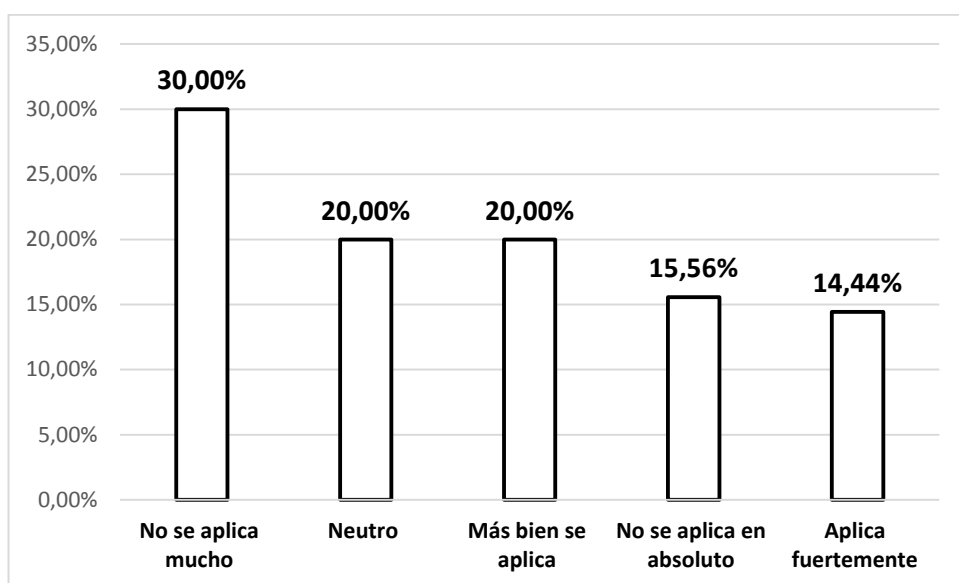


Figura 69 Porcentaje de requisitos inconsistentes

Carencia de trazabilidad

Tabla 70

Cifras de carencia de trazabilidad

OPCIÓN	N° DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
No se aplica en absoluto	14	15,56%
No se aplica mucho	27	30,00%
Neutro	18	20,00%
Más bien se aplica	18	20,00%
Aplica Fuertemente	13	14,44%
TOTAL	90	100%

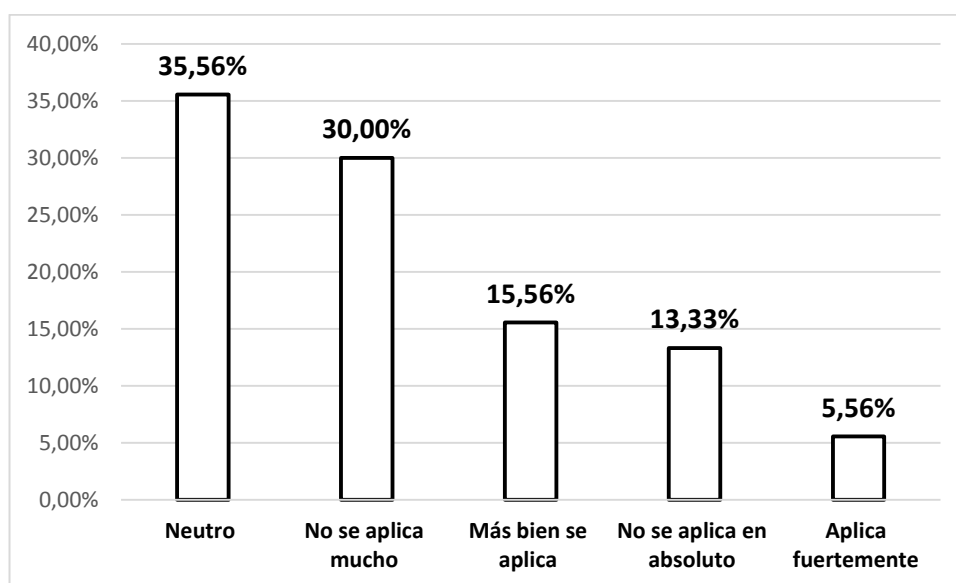


Figura 70 Porcentajes de carencia de trazabilidad

Moving targets (cambio de objetivos, procesos de negocio y / o requisitos)

Tabla 71

Cifras de moving targets

OPCIÓN	N° DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
No se aplica en absoluto	12	13,33%
No se aplica mucho	27	30,00%
Neutro	32	35,56%
Más bien se aplica	14	15,56%
Aplica Fuertemente	5	5,56%
TOTAL	90	100%

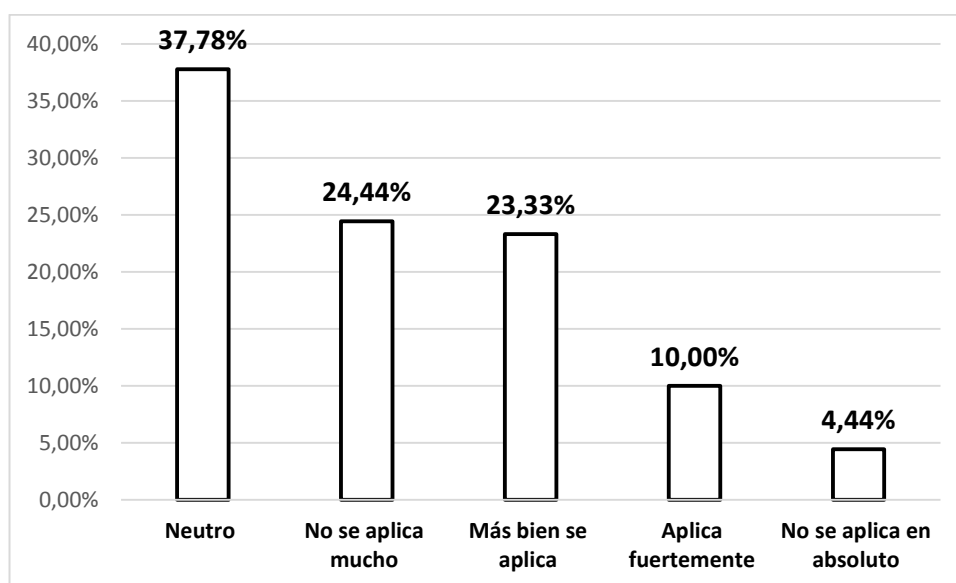


Figura 71 Porcentajes de moving targets

Gold Plating (implementación de características sin requisitos correspondientes)

Tabla 72

Gold Plating

OPCIÓN	N° DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
No se aplica en absoluto	16	17,78%
No se aplica mucho	23	25,56%
Neutro	26	28,89%
Más bien se aplica	19	21,11%
Aplica Fuertemente	6	6,67%
TOTAL	90	100%

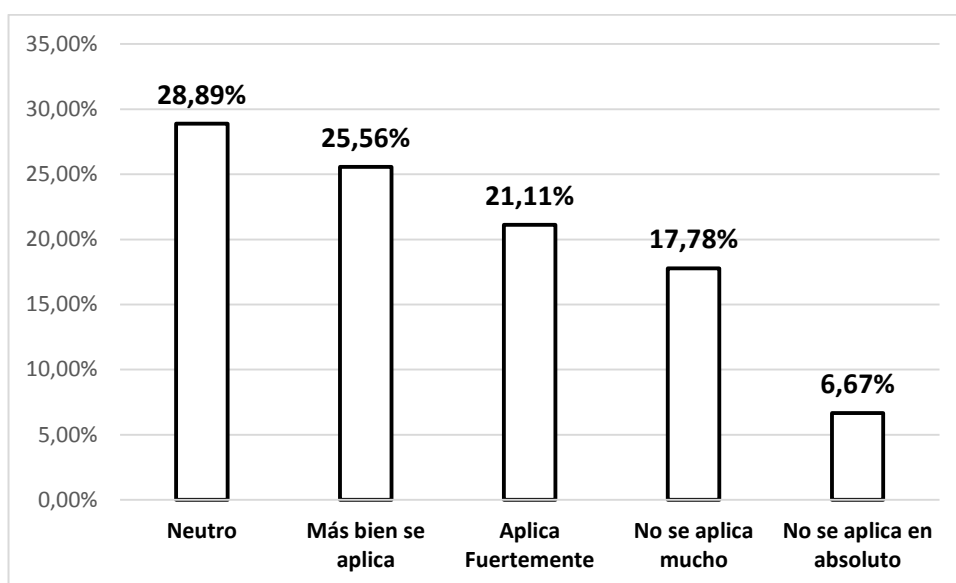


Figura 72 Gold Plating

Poco acceso a las necesidades del cliente y / o información del negocio (interna)

Tabla 73

Cifras del poco acceso a las necesidades del cliente y / información del negocio

OPCIÓN	N° DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
No se aplica en absoluto	13	14,44%
No se aplica mucho	36	40,00%
Neutro	24	26,67%
Más bien se aplica	12	13,33%
Aplica Fuertemente	5	5,56%
TOTAL	90	100%

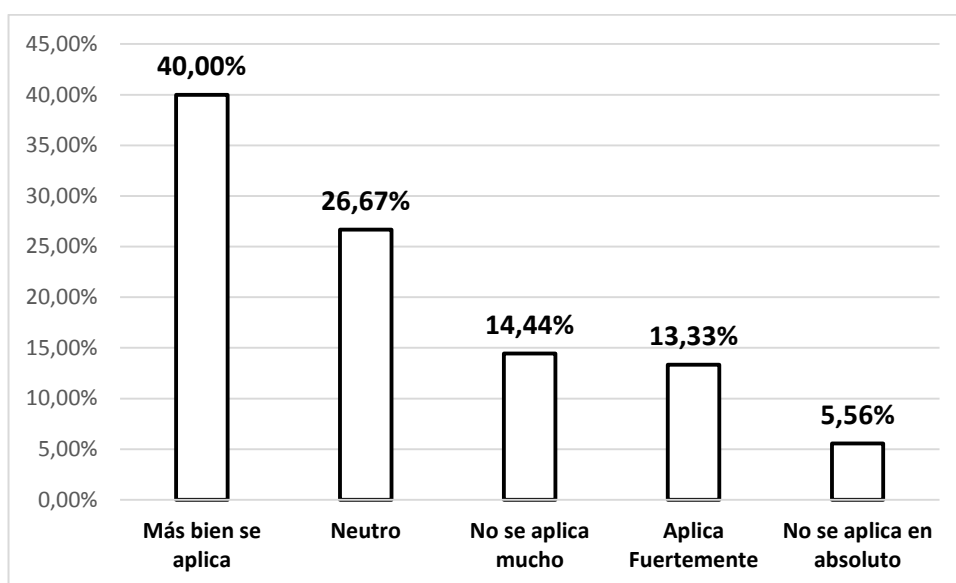


Figura 73 Cifras del poco acceso a las necesidades del cliente y / información del negocio

Bajo conocimiento sobre el dominio de la aplicación del cliente

Tabla 74

Cifras del bajo conocimiento sobre el dominio de la aplicación del cliente

OPCIÓN	N° DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
No se aplica en absoluto	15	16,67%
No se aplica mucho	25	27,78%
Neutro	30	33,33%
Más bien se aplica	12	13,33%
Aplica Fuertemente	8	8,89%
TOTAL	90	100%

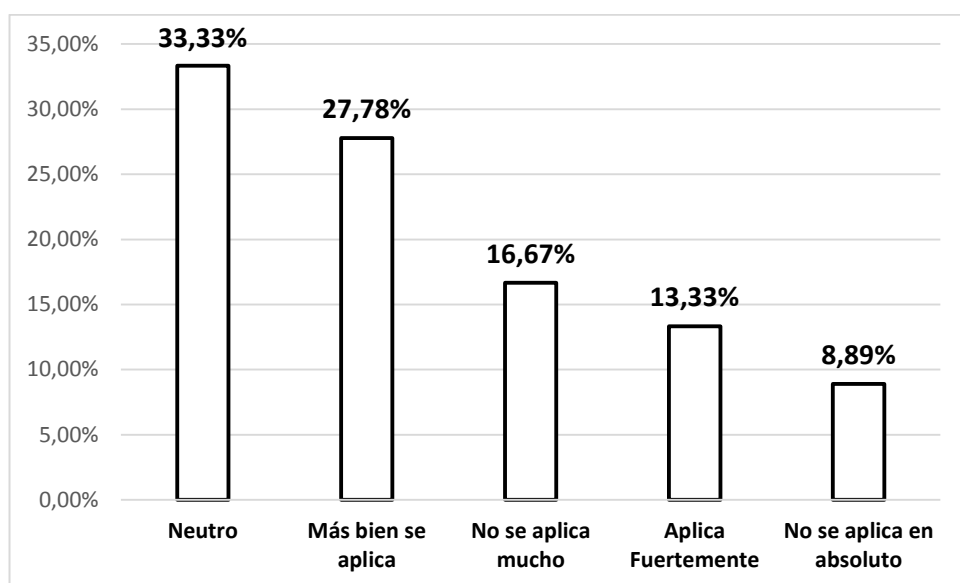


Figura 74 Cifras del bajo conocimiento sobre el dominio de la aplicación del cliente

Relación inadecuada entre el cliente y el líder de proyecto

Tabla 75

Cifras de la relación inadecuada entre el cliente y el líder de proyecto

OPCIÓN	N° DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
No se aplica en absoluto	24	26,67%
No se aplica mucho	29	32,22%
Neutro	24	26,67%
Más bien se aplica	8	8,89%
Aplica Fuertemente	5	5,56%
TOTAL	90	100%

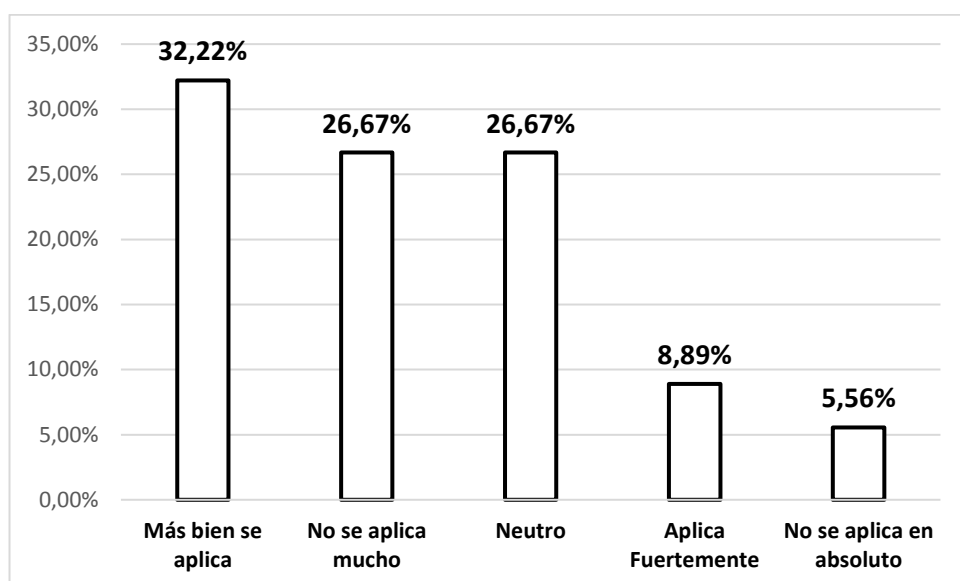


Figura 75 Cifras de la relación inadecuada entre el cliente y el líder de proyecto

Time boxing / No hay tiempo suficiente en general

Tabla 76

Cifras de Time Boxing

OPCIÓN	Nº DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
No se aplica en absoluto	14	15,56%
No se aplica mucho	18	20,00%
Neutro	29	32,22%
Más bien se aplica	22	24,44%
Aplica Fuertemente	7	7,78%
TOTAL	90	100%

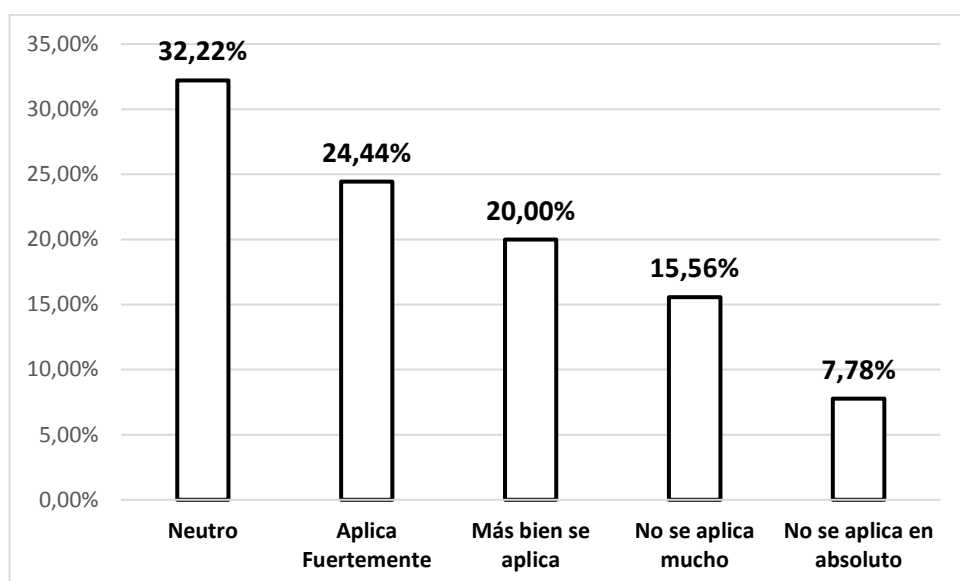


Figura 76 Cifras de Time Boxing

Discrepancia entre el alto grado de innovación y la necesidad de aceptación formal de los requisitos (potencialmente erróneos / incompletos / desconocidos)

Tabla 77

Cifras de la discrepancia de innovación y de aceptación formal de los requisitos

OPCIÓN	N° DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
No se aplica en absoluto	10	11,11%
No se aplica mucho	22	24,44%
Neutro	37	41,11%
Más bien se aplica	17	18,89%
Aplica Fuertemente	4	4,44%
TOTAL	90	100%

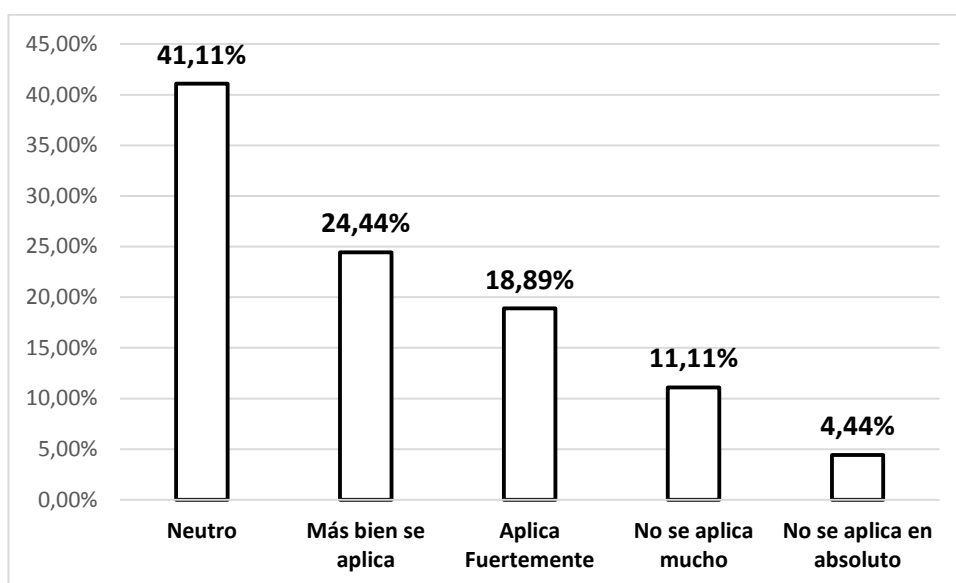


Figura 77 Porcentaje de la discrepancia

Requisitos técnicamente inviables

Tabla 78

Cifras de los requisitos técnicamente inviables

OPCIÓN	N° DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
No se aplica en absoluto	25	27,78%
No se aplica mucho	25	27,78%
Neutro	22	24,44%
Más bien se aplica	9	10,00%
Aplica Fuertemente	9	10,00%
TOTAL	90	100%

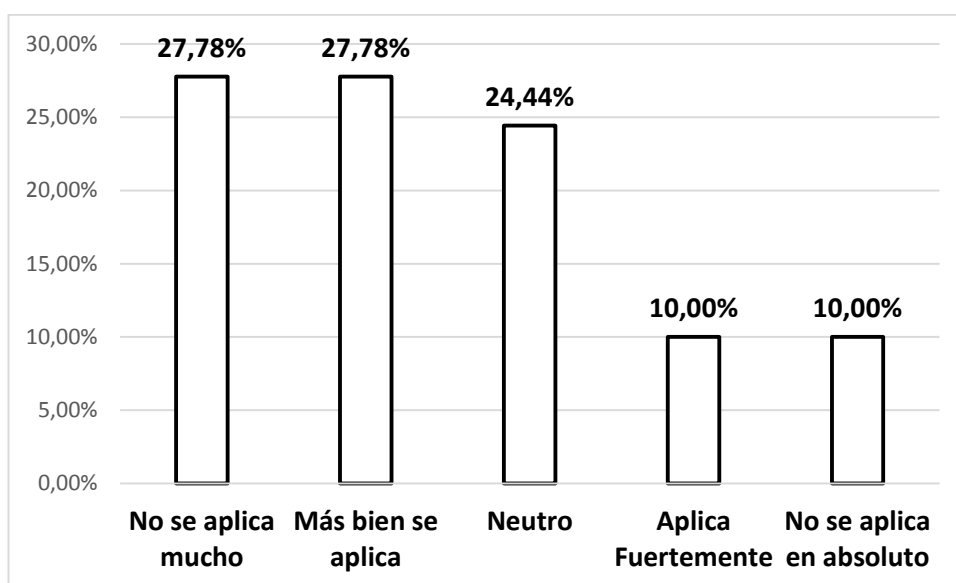


Figura 78 Cifras de los requisitos técnicamente inviables

Requisitos subespecificados que son demasiado abstractos y permiten diversas interpretaciones

Tabla 79

Cifras de los requisitos subespecificados

OPCIÓN	N° DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
No se aplica en absoluto	17	18,89%
No se aplica mucho	17	18,89%
Neutro	22	24,44%
Más bien se aplica	22	24,44%
Aplica Fuertemente	12	13,33%
TOTAL	90	100%

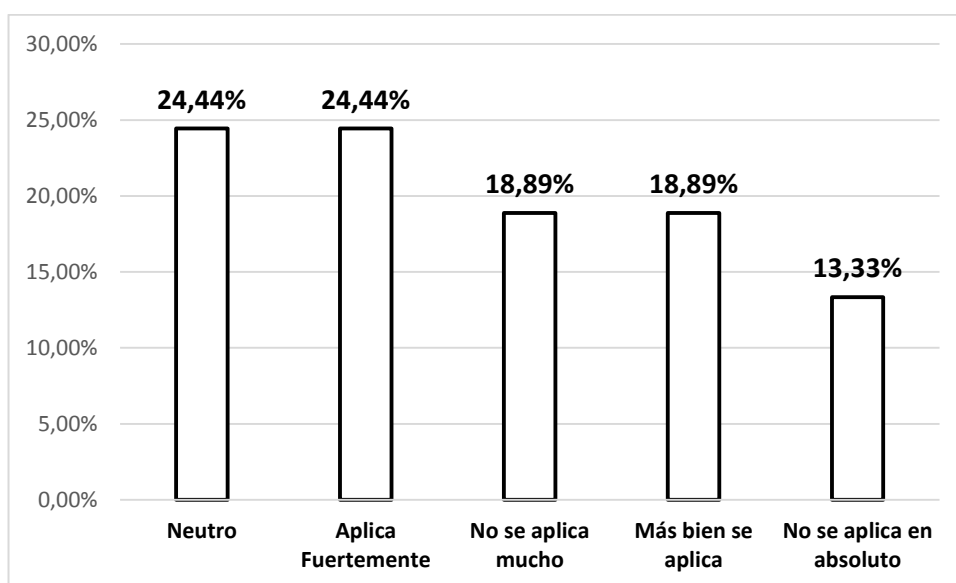


Figura 79 Cifras de los requisitos subespecificados

Requisitos no funcionales poco claros / no medibles

Tabla 80

Cifras de los requisitos no funcionales poco claros

OPCIÓN	Nº DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
No se aplica en absoluto	10	11,11%
No se aplica mucho	23	25,56%
Neutro	26	28,89%
Más bien se aplica	22	24,44%
Aplica Fuertemente	9	10,00%
TOTAL	90	100%

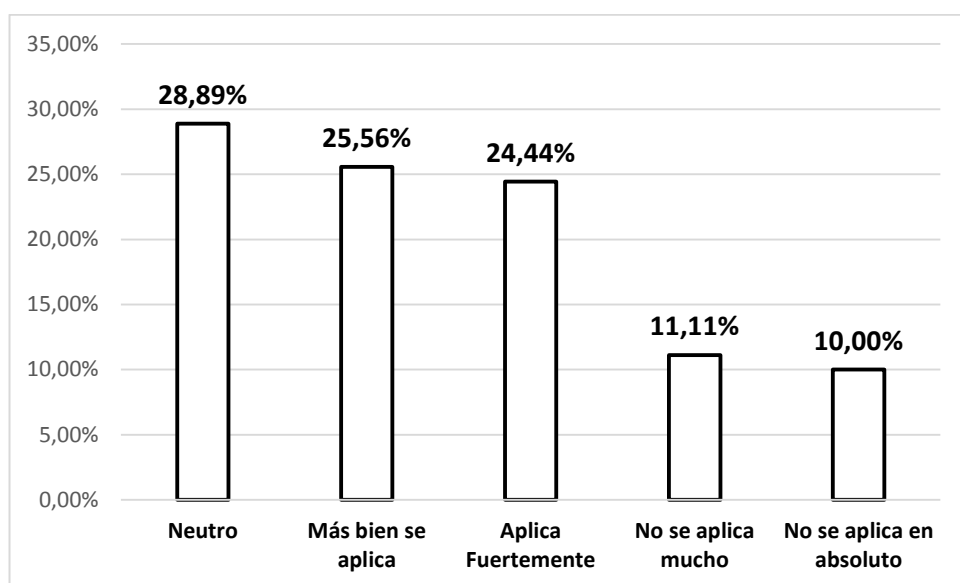


Figura 80 Cifras de los requisitos no funcionales poco claros

Dominio comercial volátil del cliente con respecto, por ejemplo, a cambios de puntos de contacto, procesos o requisitos empresariales

Tabla 81

Cifras del dominio comercial volátil del cliente

OPCIÓN	N° DE RESPUESTAS	PORCENTAJE
No se aplica en absoluto	10	11,11%
No se aplica mucho	20	22,22%
Neutro	31	34,44%
Más bien se aplica	22	24,44%
Aplica Fuertemente	7	7,78%
TOTAL	90	100%

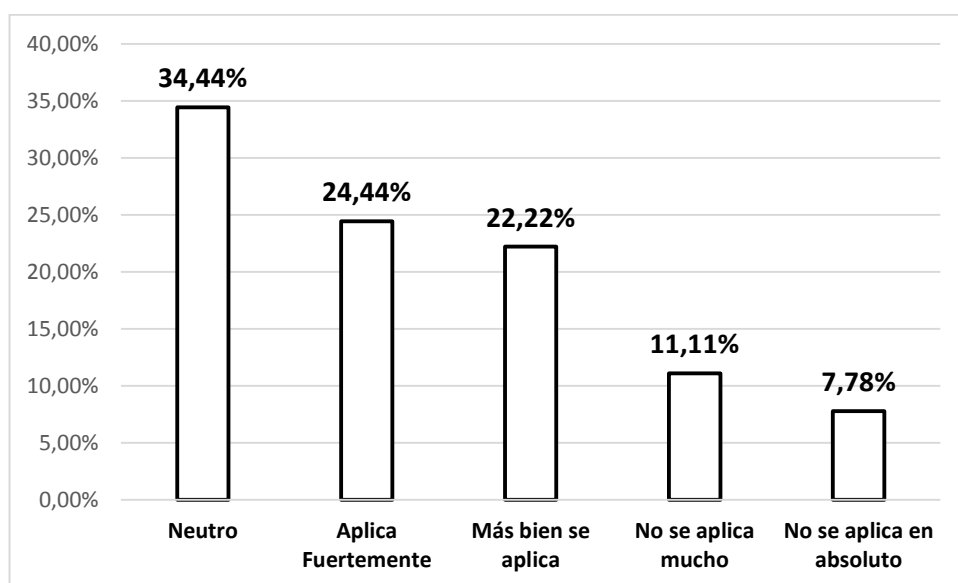


Figura 81 Cifras del dominio comercial volátil del cliente

6.9.9 Ranking de los problemas críticos experimentados en la ingeniería de requisitos, causas e implicaciones.

Uno de los puntos focales del estudio fue conocer el listado de los 5 problemas críticos que enfrentan las empresas de desarrollo de software en Ecuador, conociendo los resultados de la encuesta se tiene que el principal problema son las fallas de comunicación entre el proyecto y el cliente (Ver Figura 82). El segundo problemas más críticos de la IR son los defectos de comunicación dentro del equipo del proyecto y en el tercer puesto se tiene a los requisitos incompletos u ocultos. Cabe mencionar que el 11,11% de los encuestados no respondieron a la pregunta.

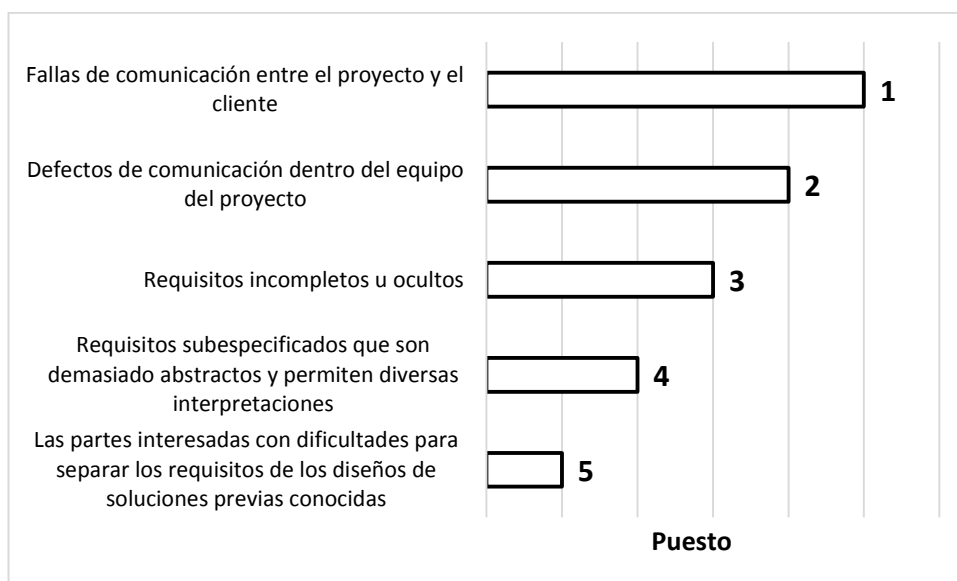


Figura 82 Ranking de los problemas de la ingeniería de requisitos

Posterior haber identificado los problemas más críticos se consideró las causas donde un gran porcentaje de personas indicó que pudo ocasionar estos inconvenientes. Se puede observar en la Tabla 82 que el comentario que predomina es: la falta de comunicación tanto con el cliente y entre el equipo que desarrolla el proyecto. Otra causa que se repite entre los comentarios de los encuestados es que los clientes no proporcionan la información completa mas no obstante asumen requerimientos no especificados por consecuencia a esto, la persona encargada en realizar el levantamiento de los requisitos no lo hace correctamente.

Conociendo las causas principales por la que se generan los problemas críticos en la ingeniería de requisitos, los encuestados contestaron que la mayoría de los efectos que producen estos problemas son el aumento de presupuesto y tiempo establecido, cambio constante de requisitos, sobreesfuerzo de desarrollo y la obtención de un producto software que no complace las necesidades del cliente al 100%, es decir un producto software de baja calidad.

Tabla 82*Problemas, causas e implicaciones*

PROBLEMA	N° DE FRECUENCIA	CAUSA	IMPLICACIONES
Fallas de comunicación entre el proyecto y el cliente	14	El cliente no sabe lo que quiere	Software no cumple con la funcionalidad que necesita el cliente
		Los clientes no saben lo que quieren específicamente	Requisitos funcionales incompletos
		Falta de conocimiento del negocio del cliente	El software no cumple con requerimientos del cliente
		El cliente desconoce de tecnología	Fallas del producto
		El cliente desconoce sobre el desarrollo	Fallos del producto
		Falta de Soft Skills del gerente de proyecto y su equipo	Desarrollos mal planificados
		Fallas de Comunicación con el Cliente	Fallos en el Proyecto
		Falta de comunicación	Producto diferente a lo que el cliente espera
		Mala comunicación	Falta de dinero y tiempo
Falta de formalidad en definición de compromisos de las partes	Se deteriora la relación.		

CONTINÚA →

	Resistencia al cambio	Largas en los cambios que se proponen
Defectos de comunicación dentro del equipo del proyecto	El equipo no genera dinámicas de comunicación	La velocidad con la que se realiza el trabajo se disminuye, puede haber duplicación de esfuerzos
	Mala relación entre integrantes del proyecto	Problemas en el desarrollo de código e interfaces
	Miedo a perder status / puesto	Rechazo a las ideas/ soluciones presentados
	Acceso débil sobre el dominio de la aplicación	No portabilidad
	Problemas al no conocer los términos de la aplicación	
	Falta de especialización de los equipos, todos hacen de todo	
	Falta de comunicación entre el líder y el cliente	Fallos de comunicación
	Relación débil entre cliente y el líder del proyecto	Falta de confianza por parte del cliente
	Requisitos ambiguos inconsistentes	Problemas en documentación y desarrollo
	El cliente quiere todos los cambios en el acto	Desperdicio de recursos tiempo de desarrolladores

12

CONTINÚA →

Requisitos incompletos u ocultos	8	El cliente no se expresa con claridad	Fallas de funcionamiento
		No se indica todo el proceso	Alcance mal estimado
		Falta de datos o requisitos	Resultados incompletos
		Los usuarios finales no participan en los requisitos	Control de cambios
		Desconocimiento del negocio	Retraso de cronograma
Requisitos subespecificados que son demasiado abstractos y permiten diversas interpretaciones	9	Control de cambios	Dar motivación
		Falta de formalidad en el proceso de definición; poco tiempo dedicado a la tarea.	Re trabajo y complicación en la fase de aceptación del cliente
		Falta de comunicación	Problemas de negociación
Las partes interesadas con dificultades para separar los requisitos de los diseños de soluciones	8	El cliente y el líder no realizan requisitos responsablemente	Subutilización de recursos humanos
		Requisitos cambiantes o erróneos	Proyectos inconclusos
		Requisitos mal planificados	
		Cliente no se desapega de soluciones previas / resistencia al cambio	Cliente crea algo similar en lugar de innovar

CONTINÚA 

previas conocidas	Falta de conocimiento	Problemas en el levantamiento de requisitos
	Requisitos difíciles de cuantificar	Desbordamiento excesivo de requisitos
	El cambio metodológico trae consigo un cambio de roles y de forma de pensar	Inducir en el resto de interesados la definición de roles y responsabilidades

6.9.10 Otros problemas.

El 90% de las personas encuestadas consideran que no existen más problemas que deban afrontar a los ya se encuentran mencionados anteriormente ; por otro lado 9 personas (Ver Tabla 83) indican haber experimentado problemas por la falta del establecimiento de acuerdos formales con un porcentaje de representación del 40% y otro inconveniente que experimentan el 20% de los encuestados que afirman tener otros problemas es la rotación del personal y la mala administración de recursos con igual número de aportación (Ver Figura 83).

Tabla 83

Otros problemas

CÓDIGO	CATEGORÍA	RESPUESTA	Nº DE FRECUENCIAS
1	Gerencia	Falta de compromiso de las gerencias.	1
2	Despido	Rotación de personal y falta de presupuesto	1
		Despido del personal	1
3	Contratos	Contratos no permiten cambios en caso de requerirlo se debe laborar adeudas la cual toma tiempo y es complejo	1

CONTINÚA →

		Algunos de los acuerdos que se establecen en un contrato constan que no se permiten cambios	1
		Falta de formalización de acuerdos con los clientes y usuarios finales	1
		Actas de reunión no firmadas	1
4	Recursos	Falta de capital y confianza al ser una empresa relativamente nueva	1
		Falta de recursos económicos	1
5	Comunicación	Es necesario comunicar constantemente al cliente los requisitos	1

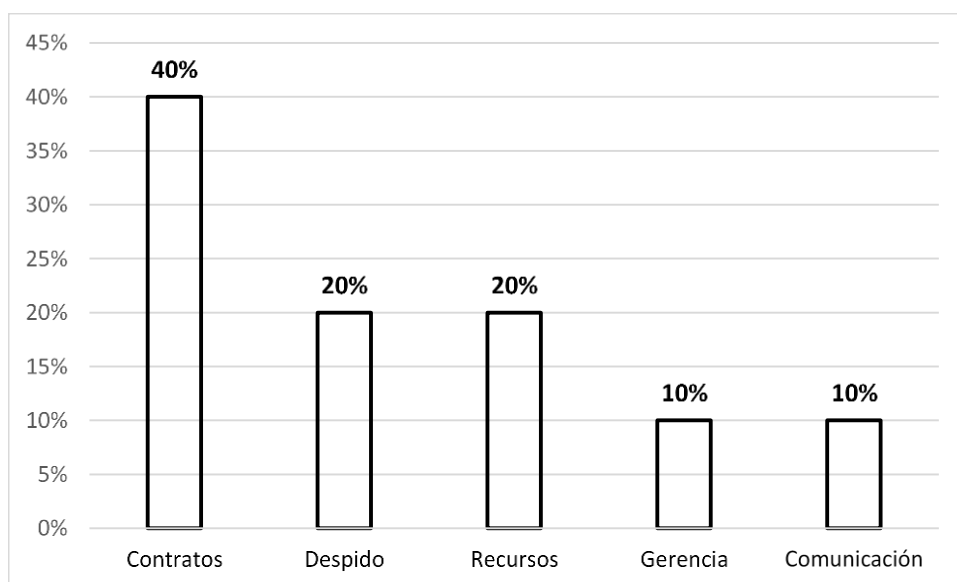


Figura 83 Otros problemas

6.10 RESUMEN DE RESULTADOS

La estrategia clave utilizada para la obtención total de la muestra fue la realización de la encuesta personalmente, con un porcentaje de representatividad del 71,11%; otros medios utilizados para la obtención de datos fueron el correo electrónico y las llamadas telefónicas con un porcentaje de 28,89%. Los resultados obtenidos mediante la ejecución de las 90 encuestas han permitido examinar las diferentes perspectivas y experiencias de los profesionales en Ecuador con relación a la Ingeniería de Requisitos.

Con respecto a la ubicación de las empresas encuestadas del CIU J6201.01, se tiene que el mayor porcentaje radican en la provincia de Pichincha con 85,56%, seguido de Guayas 5,55% y Azuay con 4,44%. La amplia gama de organizaciones que participaron en la encuesta manifiestan que en su mayoría desarrollan sistemas informáticos empresariales enfocados al ámbito financiero con un porcentaje de 37,78%.

El 16,1% de los encuestados afirman que la seguridad es uno de los atributos de calidad de mayor importancia en los proyectos de desarrollo; otro de los aspectos de calidad que consideran las empresas para satisfacer las necesidades de los clientes es la mantenibilidad con 15,2% y la usabilidad de los sistemas informáticos con 14,9%.

Uno de los puntos focales de las preguntas de caracterización fue conocer el rol principal que ejecuta el encuestado, los resultados indican que el 36,67% poseen el rol de desarrollador de software y en relación al cargo que ejecutan tienen una experiencia industrial de entre 4 a 6 años. Cabe señalar que el 83,33% de las personas encuestadas no poseen ningún tipo de certificación afín a su carrera profesional.

El rol organizativo que mayor representatividad obtuvo en los resultados fue "contratista principal" con 48,89%, es decir que se encargan de desarrollar el software solicitado. Los resultados de la encuesta indican que tanto la metodología híbrida como la metodología de desarrollo planificado son las más manejadas como se reflejan en las siguientes cifras: híbrido con 35,6% y "más bien planificado" con 26,7%.

En el levantamiento de requisitos, el 50% de los encuestados lo realizan en varias iteraciones pero de la misma manera el 46,7% afirman dedicarle una fase específica para llevar a cabo esta actividad. Las técnicas más utilizadas para la elicitación son las "entrevistas" con 24,4% y los "talleres y reuniones específicas" con 19,5%. Según los resultados obtenidos el 28,9% de los encuestados han respondido que el líder de proyecto es la persona responsable de realizar la adquisición de los requisitos.

Los encuestados afirman realizar la documentación de requisitos al iniciar la implementación del proyecto y lo van detallando de acuerdo a los requerimientos que

sean necesarios posteriormente con un porcentaje de representatividad de 58,89%. Los encuestados documentan explícitamente las reglas del sistema con 15% y las propiedades funcionales del sistema a desarrollar con un 14%. Las prácticas más comunes para documentar conforme a los resultados obtenidos son los diagramas de casos de uso con 23,7% y los prototipos con 11,3%.

El 36% de personas manifiestan que verifican y/o validan los requisitos mediante inspecciones (revisiones mediante técnicas formales) y simulaciones el 30%, existen 4 proyectos que no realizan esta actividad. Los encuestados sostienen que alinean las pruebas de software con los requisitos mediante la definición de criterios de aceptación con un porcentaje de respuesta de 33,33% y de la misma manera realizan una comprobación de la cobertura de requisitos de 30,77%.

Del total de proyectos encuestados el 43,3% consideran que es necesario llevar a cabo una adecuada gestión de cambios siempre y cuando se hayan aceptado formalmente, la cual implique una actualización continua del documento de especificación de requisitos.

Actualmente, el 48,89% de profesionales encuestados se encuentran satisfechos en la manera en que realizan la IR en su proyecto; no obstante deben enfrentar un considerable número de problemas. Según la experiencia de los encuestados se pudo determinar que uno de los mayores inconvenientes en la IR es la falta de comunicación entre el cliente y el equipo que es el problema más crítico del ranking de problemas, de la misma manera existe una mala comunicación entre los miembros del proyecto que es el segundo inconveniente más experimentado, en la Tabla 74 se puede observar algunas de las causas e implicaciones que han considerado pertinente considerar los encuestados.

Los problemas de mayor criticidad que enfrentan los proyectos de software; la falla de comunicación se genera según las personas encuestadas, debido a que el cliente desconoce las funciones que desea implementar ocasionando que el sistema informático no sea lo esperado. Otro de los problemas listados con mayor frecuencia son los defectos de comunicación dentro del equipo.

Los encuestados indican que este inconveniente se da por la falta de dinamismo y la mala relación entre los integrantes del proyecto, lo que provoca una mala planificación y consecuentemente genera una mala documentación y desarrollo del producto solicitado.

6.11 PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Teniendo en cuenta que se conoce los 5 principales problemas que enfrenta la industria de desarrollo software en Ecuador, según los resultados reflejados de la encuestas, se pretende mitigarlos. Como primer punto se estableció un árbol de problemas (Ver Figura 84) para observar las causas del problema de las malas prácticas en la ingeniería de requisitos y que efectos producen; por consiguiente se estableció un árbol de objetivos contrario al árbol de problemas (Ver Figura 85) con el objetivo de obtener medios para cumplir con los fines establecidos sobre la buenas prácticas de la ingeniería de requisitos. Como tercera parte se estableció un conjunto de actividades (Ver Figura 86) que permitan minimizar en gran parte los inconvenientes de las empresas de desarrollo de software en el ámbito de la IR según los resultados de las encuestas.

ÁRBOL DE LOS PROBLEMAS IDENTIFICADOS DE LA IR EN ECUADOR

Se estableció un árbol de problemas donde se pone en evidencia los problemas críticos identificados con sus respectivas causas y efectos en las empresas de software ecuatorianas.

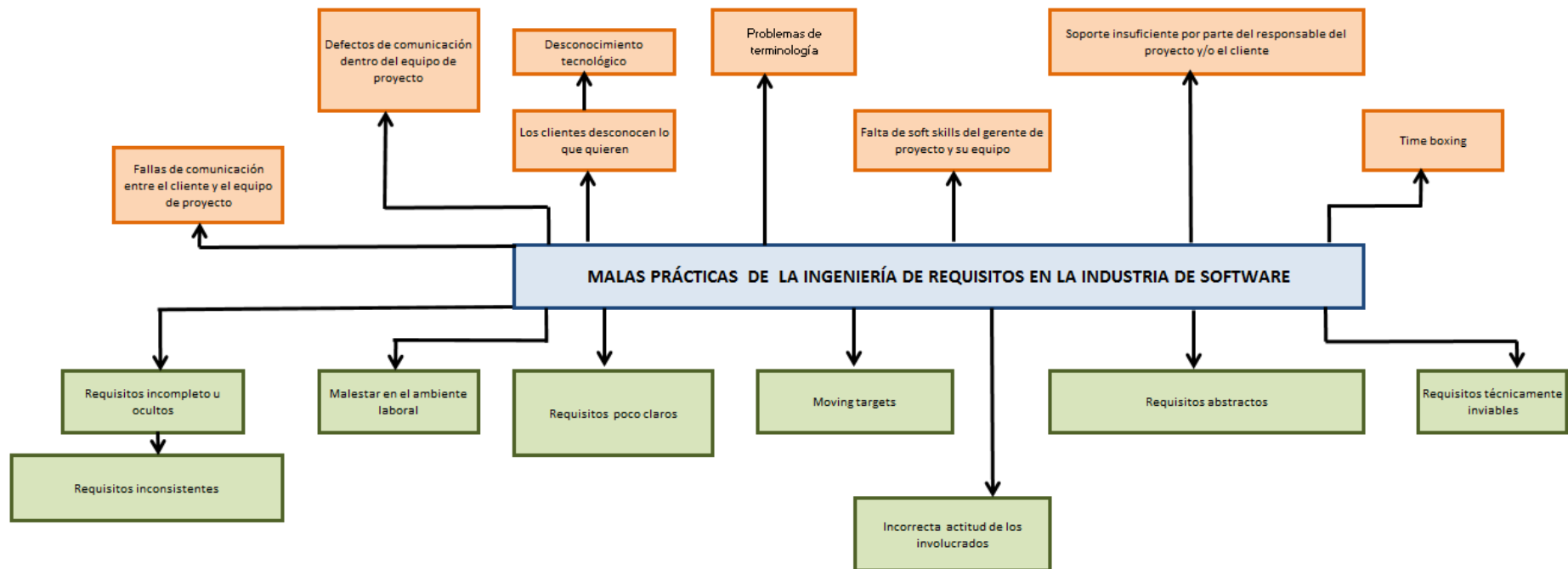


Figura 84 Árbol de problemas

ÁRBOL DE OBJETIVOS PLANTEADOS DE LA IR EN ECUADOR

Se estableció un árbol de objetivos para indicar los medios que permitirán cumplir una adecuado proceso de ingeniería de requisitos.

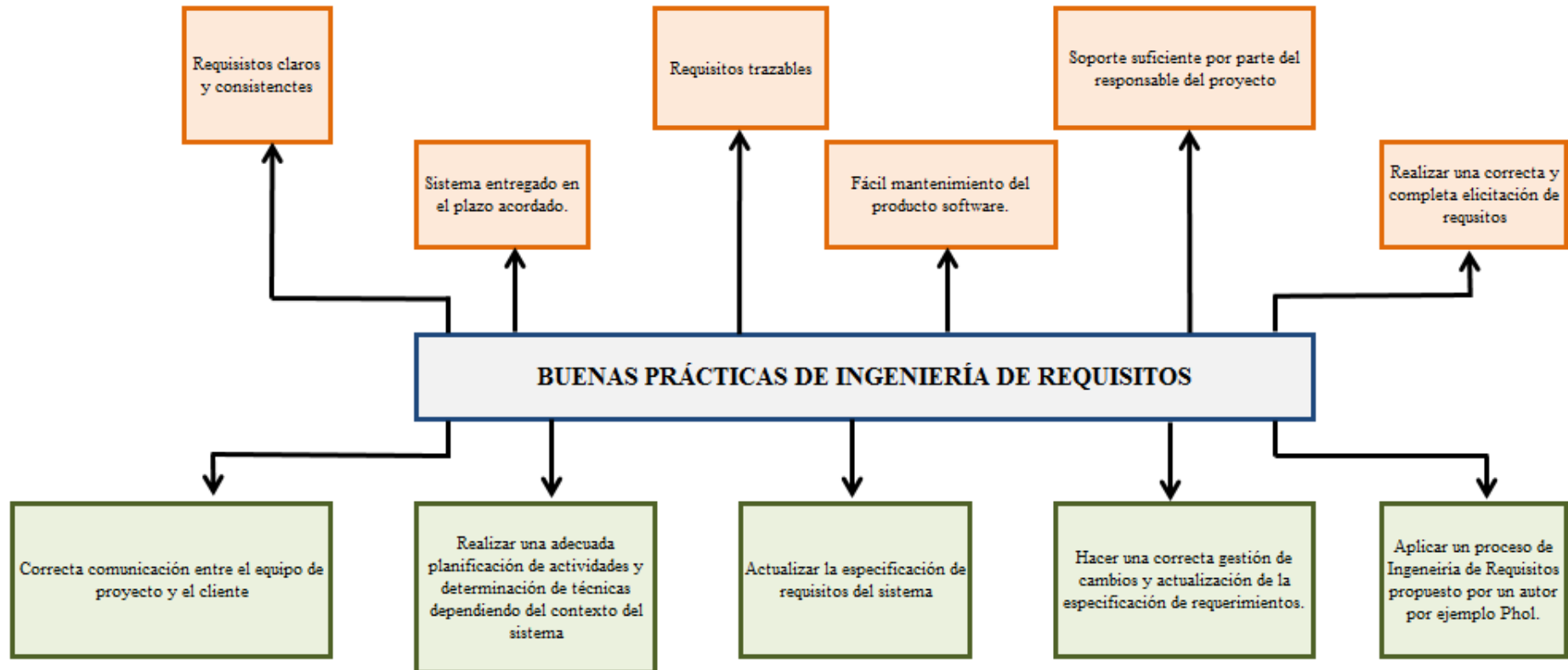


Figura 85 Árbol de objetivos

ÁRBOL DE ACTIVIDADES PARA LA IR EN ECUADOR

A continuación se muestra el conjunto de acciones que se llaban a cabo para cumplir el objetivo planteado.

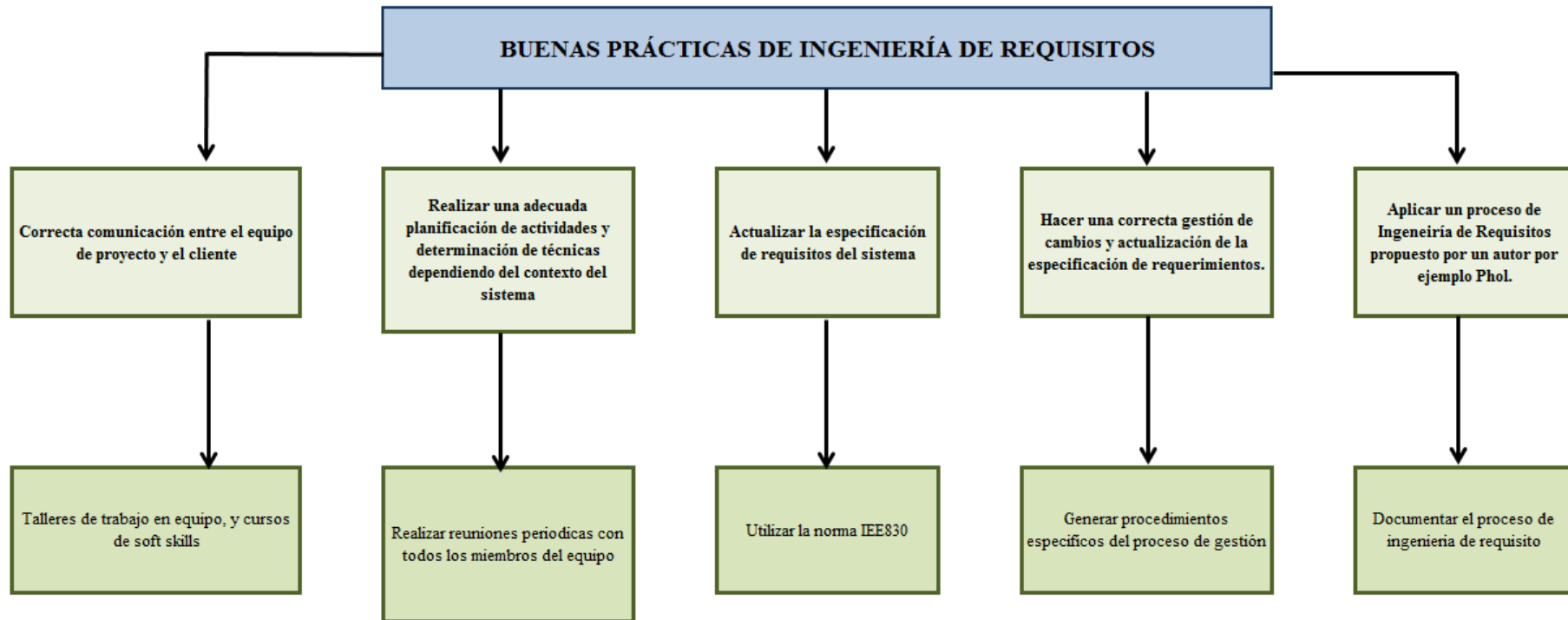


Figura 86 Árbol de actividades

6.12 CONTRASTACIÓN DE LOS PROBLEMAS DE LA IR DE ECUADOR CON ARGENTINA Y BRAZIL

La familia de encuestas de NaPiRE ha sido ejecutada en varios países, con los resultados obtenidos del Ecuador se prosiguió a realizar una comparación con los resultados de algunas naciones latinoamericanas. A continuación se lista el ranking de los 5 problemas identificados en cada país:

Ecuador

1. Fallas de comunicación entre el proyecto y el cliente.
2. Defectos de comunicación dentro del equipo del proyecto.
3. Requisitos incompletos u ocultos.
4. Requisitos subespecificados que son demasiado abstractos y permiten diversas interpretaciones.
5. Las partes interesadas con dificultades para separar los requisitos de los diseños de soluciones previas conocidas.

Argentina

1. Requisitos incompletos u ocultos.
2. Moving Target (cambio de objetivos, procesos comerciales y / o requisitos).
3. Time Boxing / No hay suficiente tiempo en general.
4. Defectos de comunicación dentro del equipo del proyecto.
5. Requisitos incoherentes.

Brasil

1. Requerimientos incompletos u ocultos.
2. Requisitos subespecificados que son demasiado abstractos y permiten diversas interpretaciones.
3. Fallas de comunicación entre el proyecto y el cliente.
4. Defectos de comunicación dentro del equipo del proyecto.
5. Soporte insuficiente por parte del cliente.

Los problemas de los diferentes países son los siguientes (Figura 87):

1. Defectos de comunicación dentro del equipo del proyecto.
2. Requerimientos incompletos u ocultos.
3. Fallas de comunicación entre el proyecto y el cliente.
4. Requisitos subespecificados que son demasiado abstractos y permiten diversas interpretaciones
5. Las partes interesadas con dificultades para separar los requisitos de los diseños de soluciones previas conocidas.
6. Moving Target (cambio de objetivos, procesos comerciales y / o requisitos).
7. Requisitos incoherentes.
8. Soporte insuficiente por parte del cliente.
9. Time Boxing / No hay suficiente tiempo en general.

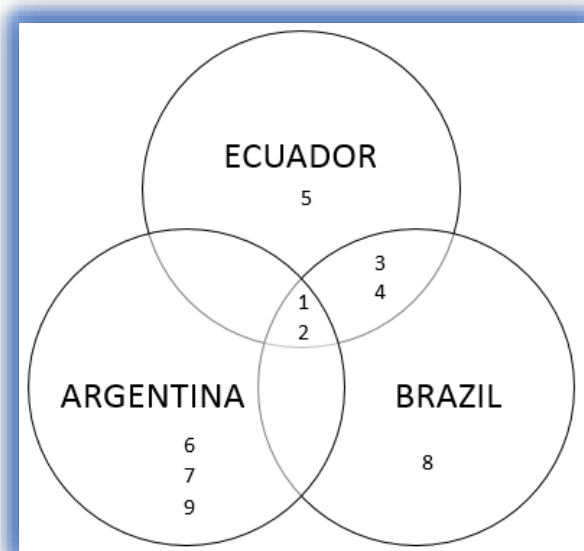


Figura 87 Contrastación de países

Existe una similitud de problemas encontrados en Ecuador con Argentina, en ambos países las empresas enfrentan dificultades con los requisitos, los cuales son incompletos u ocultos. Otro de los problemas que afrontan ambos países son los defectos de comunicación que existen dentro del equipo del proyecto. Se puede constatar que 4 de los problemas que enfrentan las empresas de Brasil sobre la ingeniería de requisitos son los mismos problemas críticos que afronta Ecuador.

Con los problemas listados anteriormente se puede llegar a la conclusión que en las empresas de software de países sudamericanos tiene el desafío de enfrentar la mala comunicación dentro del equipo de proyecto y a su vez los requisitos incompletos u ocultos (Ver Tabla 84).

Tabla 84*Problemas de ir en Latinoamérica*

PROBLEMA / PAIS	ARGENTINA	BRASIL	ECUADOR	TOTAL
Defectos de comunicación dentro del equipo del proyecto.	√	√	√	3
Fallas de comunicación entre el proyecto y el cliente.		√	√	2
Las partes interesadas con dificultades para separar los requisitos de los diseños de soluciones previas conocidas.			√	1
Moving Target (cambio de objetivos, procesos comerciales y / o requisitos).	√			1
Requerimientos incompletos u ocultos.	√	√	√	3
Requisitos incoherentes.	√			1
Requisitos subespecificados que son demasiado abstractos y permiten diversas interpretaciones		√	√	2
Soporte insuficiente por parte del cliente.		√		1
Time Boxing / No hay suficiente tiempo en general.	√			1
TOTAL	5	5	5	15

6.13 LECCIONES APRENDIDAS

Los datos obtenidos de entidades públicas en relación a contactos telefónicos, correos electrónicos y la ubicación de las empresas se encuentran desactualizadas en un 21,3%.

Del total de 300 correos electrónicos enviados a 115 empresas únicamente 12 empresas llenaron completamente el cuestionario; pese que previamente se realizó una llamada telefónica.

Otro de los motivos por los que no se obtuvo mayor respuesta por parte de la industria fue debido a que las empresas consideran muy extensa la encuesta (Ver Figura 88).



Figura 88 Criterio sobre el tamaño de la encuesta

A pesar de que el CIU J6201.01 se dedica a desarrollo de software, el 4,34% de las personas afirman no realizar actividades ingeniería de requisitos en su trabajo (Ver Figura 89).



Figura 89 Criterio de las empresas sobre el manejo de requisitos

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

7.1 CONCLUSIONES

Del proceso de caracterización realizado se pudo verificar que no existe la cantidad suficiente de información en las entidades públicas en relación a la industria de software debido a que algunos de los datos en los repositorios se encuentran incompletos o desactualizados, en contraste se realizó un convenio con el SRI obteniendo información adicional para complementar el estudio.

Durante el análisis de la industria software en Ecuador se pudo constatar que el mayor porcentaje de empresas creadas que se encuentran activas pertenecen al periodo comprendido entre los años 2011-2017. Además se tiene que la mayoría de estas empresas se encuentran ubicados en la provincia de Pichincha, en donde la actividad económica que mayores ingresos genera al sector software es el desarrollo de sistemas informáticos; por otro lado la exportación del producto software se ha quedado relegado en el país.

El mayor porcentaje de profesionales encuestados señalan que la persona responsable en realizar el levantamiento de requisitos es el líder de proyecto, esta perspectiva pone en evidencia que únicamente el 22,2% de personas encuestadas son ingenieros en requisitos lo que demuestra que algunas empresas desarrolladoras de software no incorporan personal capacitado en este ámbito.

En su mayoría, la documentación de requisitos lo realizan mediante diagramas de caso de uso en donde la información declarada explícitamente son las reglas de negocio y las propiedades funcionales del sistema; los requisitos no funcionales según los encuestados se los especifica en gran parte en lenguaje natural. Por otro lado, los resultados indican que los profesionales consideran relevante validar los requisitos mediante inspecciones.

Es positivo como gestionan los cambios la mayoría de empresas las cuales realizan las modificaciones en el sistema y a la par van actualizan la especificación de requerimientos siempre y cuando se hayan formalizado estos cambios.

En este estudio, identificamos que los problemas más críticos que enfrentan las empresas desarrolladoras de software en Ecuador son las fallas de comunicación existentes entre el equipo delegado en realizar el proyecto y el cliente, a su vez entre los miembros encargados en desarrollar el software. A raíz de la falencia mencionada ha ocasiona que se originen más problemas como son los requisitos incompletos y estos a su vez son sub-especificados o muy abstractos.

7.2 RECOMENDACIONES

En caso de que se necesite realizar una investigación con datos públicos es recomendable suscribir un convenio con la entidad encargada de proveer la información, de esta manera se garantiza la accesibilidad y confiabilidad de lo que se requiera.

Conociendo que en la última década se constituyeron el mayor porcentaje de empresas de la industria software se recomienda que el Ministerio de Industria y Productividad (MIPRO) continúe impulsando este crecimiento; de la misma manera se sugiere a las organizaciones amplíen su localidad a nivel nacional puesto que únicamente se requiere una computadora con internet y un profesional para emprender una empresa. En el Ecuador deberían apuntar no únicamente a exportar bienes primarios sino producto software de calidad.

Se recomienda a las empresas desarrolladoras de software invertir mayor cantidad de recursos en programas de formación y desarrollo para el personal en temas relacionados a la Ingeniería de requisitos; de la misma forma se sugiere a los profesionales obtener certificaciones en el rol que se les ha asignado en el proyecto, debido a que estos aspectos generarán múltiples beneficios y permitirán acelerar el crecimiento del negocio.

Las actividades de la ingeniería de requisitos propuesta por Pohl, es una guía que se considera completa para implementar software de calidad; por otro lado se sugiere a las empresas incorporar varias prácticas en el proceso de IR y no enfocarse en una sola para que de esa manera se pueda abarcar la mayor cantidad de bondades que brinda cada técnica y acoplarla de la manera más conveniente dependiendo del contexto a desarrollar.

En razón que la mayor problemática que enfrenta la industria de software es la mala comunicación entre todos los involucrados, se sugiere realizar un seguimiento con el cliente para que de esta manera se pueda confirmar que los requerimientos elicidados son los correctos. Por otra parte se recomienda que la persona responsable en realizar el levantamiento sea una persona afable para que de esta forma pueda tener

una mejor empatía con el cliente. Otro aspecto que se sugiere considerar para mitigar esta problemática es la retroalimentación en la comunicación. Para evitar todo tipo de inconveniente se aconseja que los requerimientos acordados queden estipulados claramente en un documento legal para que ninguna de las partes salga en desventaja.

7.3 TRABAJOS FUTUROS

Analizar las causas de la disolución o cierre prematuro de las empresas de desarrollo de software en Ecuador.

Determinar la relación causa-efecto del alto índice de personas que trabajan de manera independiente en la industria software.

Realizar una investigación para determinar los motivos por los cuales las empresas de desarrollo de software se concentran en las ciudades más pobladas del Ecuador como son Quito, Guayaquil y Cuenca.

Establecer las razones por las cuales existe un bajo porcentaje de exportaciones de producto software y proponer estrategias para el crecimiento del sector de desarrollo de software.

Realizar un estudio que indique las causas por las cuales existe una falta de recurso humano calificado en IR.

Efectuar un estudio que proponga estrategias de mitigación a los problemas críticos identificados en el presente estudio.

Realizar un estudio que indique porque las empresas prefieren utilizar las inspecciones para validar los requisitos en lugar de emplear revisión por pares que es una técnica menos costosa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aesoft. (30 de agosto de 2017). *Aesoft | Sitio oficial de la Asociación Ecuatoriana de Software*. Obtenido de <https://aesoft.com.ec/>
- Alvarez-Gayou. (2003). *Fundamentos y metodología: Cómo hacer investigación Cualitativa*.
- Alves, L. M., Machado, R. J., & Ribeiro, P. (2012). Experimental Software Engineering in Educational Context. En 2012 Eighth International Conference on the Quality of Information and Communications Technology (pp. 336-341).
- Besrou, S., Rahim, L. B. A., & Dominic, P. D. D. (2016). A quantitative study to identify critical requirement engineering challenges in the context of small and medium software enterprise. In *2016 3rd International Conference on Computer and Information Sciences (ICCOINS)* (pp. 606–610).
- Besrou, S., Rahim, L. B. A., & Dominic, P. D. D. (2016). Investigating requirement engineering techniques in the context of small and medium software enterprises. En *2016 3rd International Conference on Computer and Information Sciences (ICCOINS)* (pp. 519-523).
- Beyer, H., & Holtzblatt, K. (1998). *Contextual design, Defining Customer, Centered System*. San Francisco: Morgan Kaufmann
- Britto, R., Freitas, V., Mendes, E., & Usman, M. (2014). Effort Estimation in Global Software Development: A Systematic Literature Review. In *2014 IEEE 9th International Conference on Global Software Engineering* (pp. 135–144).
- Censos. (2010). *Una nueva radiografía económica del Ecuador*. Obtenido de http://www.inec.gob.ec/nuevo_inec/items/censos_2010/cenec/3_cenec.pdf
- Chung, L., Leite, P., and Cesar, J.: 'On Non-Functional Requirements in Software Engineering' in *Conceptual Modeling: Foundations and Applications*, " Springer-Verlag, 2009, pp. 363-379.
- Creswell, J. (2005). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating*

quantitative and qualitative research. Upper Saddle River: Pearson Education.

Cueva, S. Sucunuta, M. (2014). Ingeniería de Requisitos Loja-Ecuador. EDILOJA Cía. Ltda.

Dávila, N.D. (2001) Ingeniería de requisitos. Volumen, 51.

Díaz, S. (2014). Los Métodos Mixtos de Investigación: Presupuestos Generales y Aportes a la Evaluación Educativa. Revista Portuguesa de Pedagogía. (pp. 7-23).

Fernández, D. M., Wagner, S., Kalinowski, M., Schekelmann, A., Tuzcu, A., Conte, T., Prikladnicki, R. (2015). Naming the Pain in Requirements Engineering: Comparing Practices in Brazil and Germany. *IEEE Software*, 32(5), 16-23.

Fernández, L. (30 de agosto de 2017). *Risk management in software development projects in Spain: A state of art* Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/287776683_Risk_management_in_software_development_projects_in_Spain_A_state_of_art

Fink, A. The Survey Handbook, Sage Publications, Thousand Oaks, CA, 1995

Fonseca, E. (2016). *Evaluación de la efectividad de las técnicas de pruebas de software estructurales y funcionales mediante replicación experimental, caso práctico ESPE sede Latacunga*. (Tesis de maestría). Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Latacunga.

Gottesdiener, E. (2005). The software requirements memory jogger: A pocket guide to help software and business teams develop and manage requirements. Salem, NH: Goal/QPC.

Gottesdiener, E. (2009). *The Software Requirements Memory Jogger: A Desktop Guide to Help Software and Business Teams Develop and Manage Requirements* Salem, Goal/QPC (1601)

Gilb, T., & Graham, D. (1993). Software Inspection. Addison - Wesley IEEE Standards Collection: Software Engineering, IEEE Standard 610.12-1990, IEEE, 1993.

- IEEE Std 610. (1990). Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries. New York: The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
- Ilyas, F., Zahra, K., Ambreen, N., & Butt, W. H. (2016). A Survey on Current Requirement Process Practices in Software Companies and Requirement Process Problems. En *2016 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI)* (pp. 1280-1285).
- Isadore Newman, C. R. (2008). *Mixed Methods Research: Exploring the Interactive Continuum*. Illinois: SIU Press
- ISO 25040. (28 de febrero de 2018). *ISO 25040*. Obtenido de <http://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25040>
- ISO/IEC/IEEE 29148. (2011). International Organization for Standardization: Systems and software engineering – Life cycle processes – Requirements engineering, Geneva, 2011.
- Iwata, K., Nakashima, T., Anan, Y., & Ishii, N. (2016). Effort Estimation for Embedded Software Development Projects by Combining Machine Learning with Classification. In *2016 4th Intl Conf on Applied Computing and Information Technology/3rd Intl Conf on Computational Science/Intelligence and Applied Informatics/1st Intl Conf on Big Data, Cloud Computing, Data Science Engineering (ACIT-CSII-BCD)* (pp. 265–270).
- Jedlitschka, C. (2004). Towards evidence in SE. Proc. of ACM/IEEE Int. Symp. on Kuniavsky, M. (2003). *Observing the User Experience*. San Francisco: Morgan Kauffmann.
- Kassab, M. (2015). The changing landscape of requirements engineering practices over the past decade. En *2015 IEEE Fifth International Workshop on Empirical Requirements Engineering (EmpiRE)* (pp. 1-8).
- Khankaew, S., & Riddle, S. (2014). A review of practice and problems in requirements engineering in small and medium software enterprises in Thailand. In *2014 IEEE*

4th International Workshop on Empirical Requirements Engineering (EmpiRE)
(pp. 1–8).

Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. *Technical Report EBSE-2007-01*

Kitchenham, B. Pfleeger, S. (2008). Personal Opinion Surveys. Guide to Advanced Empirical Software Engineering. (pp. 63-92)

Leffingwell, D., & Widring, D. (2000). *Managing Software Requirements - A Unified Approach*. Addison -Wesley.

Loucopoulos, P., & Karakostas, V. (1995). System Requirements Engineering. McGrawHill.

Lucia, A., Ferrucci F., Tortora G., Tucci, M., (2008) *Emerging Methods, Technologies, and Process Management in Software Engineering*. Obtenido de <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/9780470238103>

Lynch, J. (3 de febrero de 2018). *Standish Group 2015 Chaos Report - Q&A with Jennifer Lynch*. Obtenido de <https://www.infoq.com/articles/standish-chaos-2015>

Madhan, V., Kalaiselvi, V. K. G., & P, D. J. (2017). Tool development for formalizing the requirement for the safety critical software engineering process. In *2017 2nd International Conference on Computing and Communications Technologies (ICCT)* (pp. 161–164).

Méndez Fernández, D., & Wagner, S. (2015). Naming the pain in requirements engineering: A design for a global family of surveys and first results from Germany. *Information and Software Technology*, 57, (pp. 616–643).

Nadir, S., Streitferdt, D., & Burggraf, C. (2016). Industrial Software Developments Effort Estimation Model. En *2016 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI)* (pp. 1248-1252).

Napire. (30 de Agosto de 2017). *Naming the Pain in Requirements Engineering*.

Obtenido de <http://requirementsengineering.org/>

- Naur, P. y B. Randell (eds.), *Software Engineering: A Report on a Conference Sponsored by the NATO Science Committee*, NATO, 1969.
- NSF (1999) Final report National Science Foundation Workshop on a software research program for the 21st century *Software Engineering Notes* 24(3)
- Oliveros, A., Napolillo, F., & Infesta, F. L. (2016, November). Requirements in Web applications development. In *Ciencias de la Informática y Desarrollos de Investigación (CACIDI), IEEE Congreso Argentino de* (pp. 1-5). IEEE.
- Ortas. (2001). *Aproximación a la Ingeniería de Requisitos*. Uruguay: Universidad ORT.
- Oppenheim, A. (2000). *Questionnaire Design, Interviewing and Attitude Measurement*. Leicester University Press.
- Ouhbi, S., Idri, A., Fernández-Alemán, J. L., & Toval, A. (2013). Software Quality Requirements: A Systematic Mapping Study. En *2013 20th Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC)* (Vol. 1, pp. 231-238).
- Pohl, K. (2010). *Requirements Engineering Fundamentals, Principles, and Techniques*. Berlin: Springer.
- Pressman, R. S. (2010). *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico*. México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Project Smart. (2014). *The Standish Group Report*. Obtenido de <https://www.projectsmart.co.uk/white-papers/chaos-report.pdf>
- Pfleeger (1999) Albert Einstein and empirical SE *IEEE Computer* 32(10)
- Simbaña, J., Simbaña, G., Hinojosa, C., & Ron, M. (2016). Prácticas de Ingeniería de Requisitos en las Empresas de Desarrollo de Software, en la Ciudad de Quito - Ecuador. *GEEKS DECC-REPORTS*, 6(1).
- Simbaña, W. Simbaña, J. (2015). *Investigación de las prácticas de la ingeniería de requisitos en las empresas de desarrollo de software de la ciudad de Quito y*

generación de una propuesta metodológica para la mejora de dichas prácticas. (Tesis de pregrado). Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Sangolquí. Ecuador

Society, T. J. T. F. on C. C. (IEEE C., & Machinery), A. for C. (2004). *Computer Engineering 2004: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Engineering*. Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society Press.

Solemon, B., Sahibuddin, S., & Ghani, A. A. A. (2008). Requirements engineering problems in 63 software companies in Malaysia. En *2008 International Symposium on Information Technology* (Vol. 4, pp. 1-6).

Sowunmi, O. Y., & Misra, S. (2015). An Empirical Evaluation of Software Quality Assurance Practices and Challenges in a Developing Country. En *2015 IEEE International Conference on Computer and Information Technology; Ubiquitous Computing and Communications; Dependable, Autonomic and Secure Computing; Pervasive Intelligence and Computing* (pp. 867-871).

Sommerville, I. (2010) *Ingeniería de Software*. Addison Wesley, 9th edition.

Sommerville, I. (2005) *Ingeniería de Software*. Addison Wesley, 7ma edition.

Seke (30 de Agosto de 2017). *Towards Building Knowledge on Causes of Critical Requirements Engineering Problems*. Obtenido de: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18293/SEKE2015-22>

Supercias. (30 de agosto de 2017). *Companias por Actividad Economica - IBM Cognos Viewer*. Obtenido de <http://www.supercias.gob.ec/portalscvts/>