



Centro de Investigación en Matemáticas, A.C.

---

---

CIMAT

“Desarrollo de una herramienta para dar soporte a la extracción del conocimiento tácito en las Pymes de desarrollo de software”.

**TESIS**

Que para obtener el grado de

**Maestro en Ingeniería de Software**

**P r e s e n t a**

**I.S.C. J. Guadalupe Uribe Devora**

**Director de Tesis**

**Dr. Jezreel Mejia Miranda**

Zacatecas, Zacatecas., 03 de 12 de 2014



CENTRO DE  
INVESTIGACIÓN EN  
MATEMÁTICAS, A.C.

CIMAT

# Índice

<b>Índice de tablas .....</b>	<b>v</b>
<b>Índice de figuras .....</b>	<b>vii</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>ix</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>xi</b>
<b>Agradecimientos .....</b>	<b>xiii</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>xv</b>
<b>Capítulo 1 Antecedentes.....</b>	<b>1</b>
1.1 Marco teórico .....	1
1.1.1 Importancia de la Mejora de Procesos de Software para las Organizaciones .....	1
1.1.2 Calidad en los procesos de software .....	2
1.1.2.1 Modelos y estándares de calidad .....	4
1.1.2.1.1 CMMI - DEV: .....	5
1.1.2.1.2 Norma ISO 12207 .....	6
1.1.2.1.3 MESOPYME.....	8
1.1.2.1.4 SPICE.....	9
1.1.2.1.5 MoproSoft .....	9
1.1.3 Importancia de la gestión del conocimiento en la mejora de procesos de software .....	10
1.1.4 Problemática en la implementación de mejoras de procesos de software .....	12
1.1.4.1 Las Pymes desarrolladoras de software .....	12
1.1.4.2 Resistencia al cambio. ....	13
1.1.4.3 Costos de implementación de mejora de procesos de software. ....	13
1.1.4.4 Ausencia de una metodología o proceso formal de desarrollo de software. ....	13
1.1.4.5 La gran variedad de modelos y metodologías de calidad del software. ....	14
1.1.5 Metodologías para la extracción del conocimiento tácito en las organizaciones .....	15
1.1.5.1 MIGME-RRC.....	16
1.1.5.1 Primer Análisis.....	17
1.1.5.1.1 Realización de Entrevistas .....	17
1.1.5.1.2 Análisis de la información de las entrevistas. ....	18
1.1.5.1.3 Identificación de Actividades Genéricas. ....	18
1.2 Diseño de la Propuesta de Tesis .....	19
1.2.1 Planteamiento del problema .....	20
1.2.2 Objetivos generales y específicos. ....	21
1.2.2.1 Objetivo general .....	21
1.2.2.2 Objetivos específicos.....	21
1.3 Justificación.....	22
<b>Capítulo 2 Estado de la práctica .....</b>	<b>25</b>
2.1 Revisión sistemática de literatura. ....	25
2.1.1 Fases de la revisión sistemática .....	25
2.1.2 Fase de Planificación de la revisión sistemática de literatura. ....	26
2.1.2.1 Definición del objetivo principal. ....	26
2.1.2.2 Formulación de la pregunta de investigación. ....	26
2.1.2.3 Métodos de búsqueda. ....	27
2.1.2.4 Herramienta para automatización del protocolo de la revisión sistemática. ....	28
2.1.2.4.1 Soporte a la planificación de la revisión .....	28
2.1.2.4.2 Soporte al desarrollo de la revisión .....	29
2.1.2.4.3 Soporte al reporte de la revisión .....	29
2.1.2.5 Selección de fuentes. ....	30
2.1.3 Fase de desarrollo de la revisión sistemática de literatura. ....	30
2.1.3.1 Implementación de búsqueda de información manual o tradicional .....	30
2.1.3.2 Implementación de búsqueda de información mediante la herramienta de software. ....	30
2.2 Trabajos relacionados.....	32
2.2.1 Metodologías para la extracción del conocimiento tácito.....	33
2.2.2 Herramientas para la extracción del conocimiento tácito .....	35

2.3	Análisis comparativo .....	37
2.4	Propuesta de solución .....	40
2.4.1	Planteamiento de la solución .....	40
<b>Capítulo 3 Aplicación de la metodología .....</b>		<b>43</b>
<b>Capítulo 4 Resultados.....</b>		<b>89</b>
4.3.10.2.1	Respuestas del entrevistado. ....	110
4.3.10.2.2	Descripción del proceso: .....	111
4.3.10.2.3	Diagrama de área de proceso: Planificación de proyecto. ....	111
4.3.10.2.4	Elementos de proceso detectados en las respuestas del entrevistado 2. ....	111
4.3.10.2.5	Diccionario de términos entrevistado 2. ....	112
4.3.10.3.1	Respuestas del entrevistado. ....	113
4.3.10.3.2	Descripción del proceso: .....	114
4.3.10.3.3	Diagrama de área de proceso: Planificación de proyecto. ....	114
4.3.10.3.4	Elementos de proceso detectados en las respuestas del entrevistado 3. ....	115
4.3.10.3.5	Diccionario de términos entrevistado 3. ....	116
4.4	Conformación de procesos genéricos .....	117
4.4.1	Proceso genérico de planificación. ....	118
4.4.2	Trazabilidad del proceso de planificación de proyecto. ....	118
4.4.3	Descripción del proceso genérico obtenido de la trazabilidad .....	119
4.4.4	Diagrama del proceso genérico de planificación .....	120
4.4.5	Elementos de proceso detectados en la trazabilidad .....	120
4.6.1.2.1	Descripción del proceso: .....	123
4.6.1.2.2	Diagrama de área de proceso: Medición y análisis. ....	124
4.6.1.3.1	Descripción del proceso: .....	124
4.6.1.3.2	Diagrama de área de proceso: Medición y análisis. ....	125
4.7	Conformación de procesos genéricos .....	125
4.7.1	Proceso de Medición y Análisis .....	125
4.7.2	Trazabilidad del proceso de planificación de proyecto. ....	126
4.7.3	Descripción del proceso genérico obtenido de la trazabilidad .....	127
4.7.4	Diagrama del proceso genérico de medición y análisis .....	127
<b>Capítulo 5 Conclusiones.....</b>		<b>139</b>
5.1	Conclusiones .....	139
<b>Capítulo 6 Productos Académicos .....</b>		<b>143</b>
6.1	Presentaciones en congresos internacionales. ....	143
6.2	Desarrollo de software. ....	143
6.3	Publicaciones en bibliotecas digitales. ....	143
6.4	Estancias académicas. ....	144
<b>Bibliografía.....</b>		<b>145</b>
<b>Anexo1: Autorización de publicación en formato electrónico de tesis .....</b>		<b>151</b>

## Índice de tablas

Tabla 1.1 Factores críticos de calidad del SQA [39].	3
Tabla 1.2. Niveles del Modelo CMMI de acuerdo a su representación.	6
Tabla 1.3. Desarrollo de las entrevistas.	17
Tabla 1.4. Análisis de las entrevistas.	18
Tabla 1.5. Identificación de actividades genéricas.	18
Tabla 2.1. Palabras clave.	27
Tabla 2.2. Resultados de la búsqueda tradicional.	30
Tabla 2.3. Resultados de la búsqueda con la herramienta para la automatización del protocolo de la revisión sistemática.	31
Tabla 2.4. Análisis comparativo de los resultados.	37
Tabla 3.1. Trazabilidad de la herramienta con MIGMERC y las propuestas de alrgarsammy y Basili.	47
Tabla 3.2. Plantilla de captura de la problemática.	50
Tabla 3.3. Pila de productos.	51
Tabla 3.4. Roles definidos.	53
Tabla 3.5. Descripción de los casos de uso.	55
Tabla 3.6. Datos del caso de uso de acceso al sistema.	57
Tabla 3.7. Flujo normal del caso de uso de acceso al sistema.	58
Tabla 3.8. Datos del caso de uso de registro de analista.	59
Tabla 3.9. Flujo normal del caso de uso de registro de usuario analista.	59
Tabla 3.10. Datos del caso de uso de registro de la organización.	60
Tabla 3.11. Flujo normal del caso de uso de registro de la organización.	61
Tabla 3.12. Datos del caso de uso registro de representante.	62
Tabla 3.13. Flujo normal del caso de uso de registro de representante de la organización.	62
Tabla 3.14. Datos del caso de uso revisión de datos de la organización.	63
Tabla 3.15. Flujo normal del caso de uso de revisión de los datos de la organización.	64
Tabla 3.16. Datos del caso de uso registro de entrevistado.	65
Tabla 3.17. Flujo normal del caso de uso de registro de usuario entrevistado.	65
Tabla 3.18. Datos del caso de uso de selección de fecha y hora de entrevista.	66
Tabla 3.19. Flujo normal del caso de uso de selección de hora y fecha de la entrevista.	66
Tabla 3.20. Datos del caso de uso contestar entrevista.	68
Tabla 3.21. Flujo normal del caso de uso contestar entrevista.	68
Tabla 3.22. Datos del caso de uso analizar respuestas.	69
Tabla 3.23. Flujo normal del caso de uso de análisis de las respuestas.	70
Tabla 4.1. Elementos de proceso detectados en el análisis de las respuestas entrevista 1.	108
Tabla 4.2. Diccionario de términos entrevista 1.	109
Tabla 4.3. Elementos detectados en el análisis de la entrevista 2.	112
Tabla 4.4. Diccionarios de términos de la entrevista 2.	112
Tabla 4.5. Elementos de proceso detectados en el análisis de la entrevista 3.	115
Tabla 4.6. Diccionario de términos entrevista 3.	116
Tabla 4.7. Trazabilidad entre el proceso de planificación de cada entrevistado.	118
Tabla 4.8. Elementos de proceso detectados en la trazabilidad.	120
Tabla 4.9. Trazabilidad entre el proceso de planificación de cada entrevistado.	126



CENTRO DE  
INVESTIGACIÓN EN  
MATEMÁTICAS, A.C.

CIMAT

## Índice de figuras

Figura 1.1. Porcentajes de estándares y modelos de calidad usados en las Pymes [9].	5
Figura 1.2. Estructura del modelo de procesos de MoProSoft.	10
Figura 1.3. Proceso de captura del conocimiento [16].	16
Figura 2.1. Principales Módulos de la Herramienta para la Automatización del Protocolo de la Revisión Sistemática.	29
Figura 2.2. Implementación de la revisión sistemática mediante la herramienta para automatización del protocolo de la revisión sistemática.	32
Figura 3.1. Caso de uso general de la herramienta para la automatización de la extracción del conocimiento tácito de la organizaciones.	54
Figura 3.2. Representación del caso de uso de acceso al sistema.	57
Figura 3.3. Caso de uso registro de analista.	58
Figura 3.4. Caso de uso de registro de la organización.	60
Figura 3.5. Registro de usuario representante.	61
Figura 3.6. Caso de uso de revisión de los datos de la organización.	63
Figura 3.7. Caso de uso de registro de usuario entrevistado.	64
Figura 3.8. Caso de uso seleccionar fecha de entrevista.	66
Figura 3.9. Caso de uso contestar entrevista.	67
Figura 3.10. Caso de uso de análisis de las respuestas.	69
Figura 3.11. Arquitectura de la herramienta para la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones en su vista de desarrollo.	71
Figura 3.12. Arquitectura de la herramienta para la extracción del conocimiento tácito de la organización en su vista física.	75
Figura 3.13. Modelo de usuario – Organizaciones y Usuarios	76
Figura 3.14. Modelo de usuario para los cuestionarios, agendas.	77
Figura 3.15. Modelo de navegación para el usuario “Administrador”.	79
Figura 3.16. Modelo de navegación para el usuario representante.	80
Figura 3.17. Modelo de navegación Usuario Entrevistado.	81
Figura 3.18. Estructura del MVC y el MVT.	83
Figura 3.19. Prototipo del módulo de acceso	86
Figura 3.20. Prototipo de interfaz de registro de organización.	86
Figura 3.21. Prototipo de interfaz de registro de organización.	87
Figura 3.22. Prototipo de interfaz de registro de organización.	87
Figura 3.23. Prototipo de interfaz de diagramas.	88
Figura 4.1. Interfaz de administración de cuestionarios.	90
Figura 4.2. Interfaz para agregar preguntas a un cuestionario.	90
Figura 4.3. Sistema de acceso de la herramienta para la extracción del conocimiento tácito de la organización.	91
Figura 4.4. Interfaz principal.	91
Figura 4.5. Alta de Organización.	92
Figura 4.6. Alta de usuarios.	92
Figura 4.7. Envío de notificaciones a los usuarios de la organización.	93
Figura 4.8. Interfaz gráfica del módulo de agenda de citas.	93
Figura 4.9. Interfaz del módulo de respuesta de cuestionario.	94
Figura 4.10. Interfaz de análisis de las respuestas de los entrevistados (texto).	95
Figura 4.11. Interfaz de análisis de las respuestas de los entrevistados (Audio).	95
Figura 4.12. Interfaz para Identificación y registro de una actividad.	96
Figura 4.13. Interfaz gráfica para agregar elementos de proceso.	96
Figura 4.14. Interfaz gráfica para agregar furcaciones.	97
Figura 4.15. Visualización de los diagramas de los procesos de la organización.	97
Figura 4.16. Interfaz de diagramas.	98
Figura 4.17. Opción para agregar una relación en la interfaz de los diagramas de proceso.	98
Figura 4.18. Interfaz de diagramas generales existentes.	99
Figura 4.19. Interfaz de diagramas generales específicos.	99

Figura 4.20. Registro de entrevistado por el representante del CDS .....	104
Figura 4.21. Agenda de la entrevista del Entrevistado 1. ....	105
Figura 4.22. Interfaz de monitorización de Agenda del administrador. ....	105
Figura 4.23. Ejemplo de respuesta del cuestionario del entrevistado 1. ....	106
Figura 4.24. Proceso de planificación en el CDS Entrevistado 1. ....	108
Figura 4.25. Proceso de planificación obtenido de las respuestas del entrevistado 2. ....	111
Figura 4.26. Proceso de planificación en el CDS Entrevistado 3. ....	115
Figura 4.27. Proceso genérico de planificación obtenido en la trazabilidad.....	120
Figura 4.28. Ejemplo de respuesta del cuestionario del entrevistado 1 del CSI. ....	121
Figura 4.29. Proceso de medición y análisis del CSI Entrevistado 1.....	123
Figura 4.30. Proceso de medición y análisis del CSI Entrevistado 2.....	124
Figura 4.31. Proceso de medición y análisis en el CSI Entrevistado 3.....	125
Figura 4.32. Proceso genérico de planificación obtenido en la trazabilidad.....	128
Figura 4.33. Sitio de encuestas LimeSurvey. ....	128
Figura 4.34. Interfaz de la encuesta para evaluación de la herramienta para dar soporte a la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones. ....	129
Figura 4.35. Bloque relación entre la herramienta y el mundo real. ....	130
Figura 4.36. Porcentaje de satisfacción de los usuarios sobre la pregunta 1 acerca de la herramienta. ....	130
Figura 4.37. Porcentaje de satisfacción de los usuarios sobre la pregunta 2 acerca de la herramienta. ....	131
Figura 4.38. Porcentaje de satisfacción de los usuarios sobre la pregunta 3 acerca de la herramienta. ....	131
Figura 4.39. Porcentaje de satisfacción de los usuarios sobre la pregunta 4 acerca de la herramienta. ....	132
Figura 4.40. Porcentaje de satisfacción de los usuarios sobre la pregunta 5 acerca de la herramienta. ....	132
Figura 4.41. Porcentaje de satisfacción de los usuarios sobre la pregunta 6 acerca de la herramienta. ....	133
Figura 4.42. Bloque 2 de la encuesta de satisfacción, control de usuario y libertad para el manejo de la herramienta. ....	133
Figura 4.43. Porcentaje de satisfacción de los usuarios sobre la pregunta 7 acerca de la herramienta. ....	134
Figura 4.44. Porcentaje de satisfacción de los usuarios sobre la pregunta 8 acerca de la herramienta. ....	134
Figura 4.45. Porcentaje de satisfacción de los usuarios sobre la pregunta 9 acerca de la herramienta. ....	135
Figura 4.46. Porcentaje de satisfacción de los usuarios sobre la pregunta 10 acerca de la herramienta. ....	135
Figura 4.47. Bloque 3 de la encuesta de satisfacción, flexibilidad y eficiencia de uso. ....	136
Figura 4.48. Porcentaje de satisfacción de los usuarios sobre la pregunta 11 acerca de la herramienta. ....	136
Figura 4.49. Porcentaje de satisfacción de los usuarios sobre la pregunta 12 acerca de la herramienta. ....	137
Figura 4.50. Estadísticas generales de la evaluación de la herramienta. ....	137



## Resumen

Actualmente para implementar mejoras de procesos de software y/o adoptar un estándar o modelo de calidad las organizaciones de desarrollo de software, deben realizar una correcta gestión del conocimiento de los procesos que realizan para el desarrollo de sus productos y servicios de software. En este contexto, el conocimiento tácito del personal sobre los procesos de desarrollo dentro de estas organizaciones, representa un activo importante que debe ser formalizado, pues la calidad de los productos está relacionada directamente con la calidad de los procesos. Sin embargo, se detecta un problema en este tipo de organizaciones de software y en especial las denominadas Pymes, esto es, la falta de mecanismos para la gestión y formalización de conocimiento tácito en una organización, que se refleje en el establecimiento de un proceso bien definido, formalizado o la ausencia de un proceso como tal. Una de las principales causas de esta falta de formalización de procesos es el que no existe un correcto flujo en la transmisión del conocimiento el cual muchas veces está disperso entre los miembros de la organización. Este tipo de conocimiento, se conoce como tácito y se define, como aquel conocimiento que no está codificado o formalizado y que resulta de la experiencia o conocimiento de los expertos al interior de las organizaciones. Por lo tanto, surge la necesidad de realizar la extracción del conocimiento tácito existente, ponerlo a disposición de todo el personal en la organización, formalizar ese conocimiento y que este se vea estandarizado en procesos organizacionales de tal manera que en base a este, sea posible realizar mejoras de procesos o la adopción de un estándar o modelo de calidad. Existen muchas metodologías para la gestión de conocimiento tales como la propuesta de Basili de organizaciones como fábricas de experiencia (EFO, por sus siglas en inglés), Pek, Land, Aurum y Handzic aportan un marco para la captura del conocimiento de las organizaciones. Sin embargo, mediante la revisión sistemática de literatura implementada en este estudio, no se detectan herramientas eficaces enfocadas a soportar la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones para apoyar la implementación de mejoras de procesos de software, si bien existen algunos intentos por automatizar esta actividad, no se ha logrado del todo conformar una herramienta que así lo permita.

Por lo tanto, el objetivo general de esta tesis, es presentar la propuesta de una herramienta de software orientada a la Web, basada en la metodología para la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones propuesta por Muñoz y Mejía. Esta herramienta apoyará a las organizaciones mediante la automatización del protocolo propuesto para la formalización del conocimiento tácito hacia los procesos organizacionales de sus procesos. Además, permitirá a las organizaciones enfrentar varios de los problemas que se presentan al realizar mejoras de procesos o la adopción de estándares o modelos de calidad, tales como la resistencia al cambio, altos costos de implementación de mejoras de procesos, ausencia de una metodología o proceso formal de desarrollo y la gran variedad de modelos y estándares de calidad existentes.



CENTRO DE  
INVESTIGACIÓN EN  
MATEMÁTICAS, A.C.

CIMAT

## Abstract

Nowadays in order to implement software process improvements or acquire a quality standard or model, software organizations should have an adequate knowledge management about development process of software products and services. On this context the staff's tacit knowledge about organizational development process, represents an important asset that should be formalized, because the product quality is related directly with process quality. On this context, a problem arises affecting organizations of all sizes, especially in SME's, it is the lacking of a well-defined process, not formalized process or even the process absence. A main cause of lacking of process formalization is that not exists a correct flow in process knowledge sharing, which often is dispersed between the organization members, it is known as tacit knowledge and is defined such as the knowledge no codified and not formalized and it results from experts knowledge or expertise in the organizations. It arises the need to extract the tacit knowledge form organizations share it with all people in the organization, to make the knowledge formalization and it be standardized in organizational process in such a way that based on it to implement possible software process improvement or to adopt a quality standard or model. There are several methodologies for knowledge management of software organizations such as Basili proposal of Experience Factories Organizations as, Pek, Land, Aurum and Handzic contribute with a frame for knowledge capture of the organizations, but in the systematic review of literature implemented on this research, were not detected effective tools focused on tacit knowledge extraction for supporting the software process improvement, although there are some attempts to automate this activity, it have not been possible to develop a tool that lets it .

This thesis main objective is to present the proposal and development of a software tool web oriented based on Muñoz and Mejia's proposed methodology for tacit knowledge extraction, and it is intended for supporting organizations by automatize the extraction of tacit knowledge and to formalize their processes, enabling organizations to face several problems implementing software process improvements or adoption of quality model or standard, such as change resistance, high costs in software process improvement implementation, lacking of methodologies or formal development process and the wide variety of existing quality models and standards.



## *Agradecimientos*

*Agradezco infinitamente a Dios y a Santa Elena de la Cruz, por estar conmigo y acompañarme todos los días de mi vida, por ser mi fortaleza, darme vida, salud y permitirme permanecer perseverante y lleno de ánimo durante el trayecto y logro, de este proyecto en mi vida.*

*Agradezco a mis padres J. Guadalupe Uribe Ruvalcaba y Ma. Francisca Dévora Prieto, por su apoyo incondicional, por ser los pilares sobre los que se erige mi existencia y mi motivo de superación, por ser los mejores amigos con los que cuento, mis ejemplos y mis modelos de vida, por todos los sacrificios que han realizado para sacarnos adelante a mí y a mis hermanos, los amo y los admiro, mil gracias.*

*A mis hermanos Luis Germán, Mayra Janeth, Tomás, Nancy Fabiola, Omar y Alfonso, gracias por el apoyo que me han brindado, porque sin Uds. nada hubiera logrado, los quiero.*

*Agradezco a mis compañeros de maestría, gracias por su compañerismo y trabajo en equipo, por su amistad gracias.*

*A mi director de tesis el Dr. Jezreel Mejia Miranda, por su apoyo, por el conocimiento adquirido mediante su dirección, porque más que un director en él tengo un buen amigo, gracias.*

*Al Dr. Cuauhtémoc Lemus Olalde por su apoyo, ejemplo y amistad, mil gracias por haber creído en mí y en mis compañeros.*

*Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (CONACYT), por el apoyo económico brindado mediante la beca de posgrado que sirvió como financiamiento para la realización de este trabajo de tesis.*

*Agradezco al Consejo Zacatecano de Ciencia y Tecnología (COZCYT), por el financiamiento al inicio de los estudios de maestría.*

*Agradezco al Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT) por el apoyo brindado durante el desarrollo de tesis, a todos los doctores y maestros que con dedicación y paciencia, me han permitido formarme de manera profesional.*

*Gracias a todas las personas que contribuyeron para la realización de este trabajo.*



CENTRO DE  
INVESTIGACIÓN EN  
MATEMÁTICAS, A.C.

## Introducción

## Introducción

En la actualidad en orden a desarrollar la competitividad y proveer un nivel óptimo de calidad en sus productos, las organizaciones de desarrollo de software realizan continuamente implementación de mejoras a sus procesos [1]. En este ámbito, es importante considerar que las organizaciones deben gestionar y formalizar el conocimiento existente sobre los procesos de desarrollo de sus productos, de manera que todos los individuos dentro de la organización conozcan el proceso de desarrollo de forma general [2, 3]. En consecuencia, se observa que la calidad de los productos está asociada directamente con la calidad de los procesos de desarrollo [4]. De esta manera, el conocimiento sobre los procesos representa un factor y un activo clave para este tipo de organizaciones [5], ya que de gestionarse correctamente dicho conocimiento, permite el establecimiento de un proceso de desarrollo formal, favorece la toma de decisiones de una manera más precisa [6] e impulsa la posible adopción de alguno de los estándares y modelos de calidad para la mejora de procesos tales como CMMI [7], ISO [8], Moprosoft [9], etc. Sin embargo, en este contexto, se detecta un problema que atañe a las organizaciones de desarrollo de software y en especial a las llamadas Pymes, “la carencia en la gestión del conocimiento tácito”, el cual se deriva de las experiencias en los proyectos y habilidades personales dentro de la organización [10]. Este conocimiento, en muchas ocasiones se concentra o es conservado por solo unos cuantos integrantes en las organizaciones, quiénes lo poseen en forma de experiencia, por lo que no se encuentra formalizado ni reflejado en procesos organizacionales [11]. Por lo tanto, surge la necesidad para extraer y formalizar este conocimiento, ya que de no hacerlo, puede existir una amplia diversidad acerca de la visión general de los procesos, de manera que, por ejemplo, en una organización de tres niveles jerárquicos (Gerencial, Dirección de Proyectos, Operativo), se puede generar una perspectiva diferente de las actividades realizadas en los procesos de desarrollo de productos y servicios de software [12].

Es importante conjuntar todos los criterios que existen acerca del conocimiento de los procesos de desarrollo para lograr conformar un proceso genérico. Tal y como lo afirma el estudio de Ramírez y Collazos [13], la extracción del conocimiento tácito, permite la definición y formalización concreta sobre la situación actual de los procesos de la organización. En base a esta definición, será posible emprender mejoras o buscar la adopción de un estándar o modelo de calidad que garantice finalmente la calidad en el proceso y por consecuencia en los productos y/o servicios de software.

Varios estudios y propuestas de métodos para la gestión del conocimiento en las organizaciones han sido desarrollados como por ejemplo: Wan, Luo y Xiaoyao Wan con su propuesta de modelo de conocimiento [14], Komi, Mantyniemi y Seppanen y su proyecto de adquisición de experiencia en las organizaciones [15], Steen y el diseño de un marco para la obtención del conocimiento tácito [16], Faegri, Dyba y Dingsoyr con su enfoque de rotación de trabajo [17], Pek, Land, Aurum y Handzic aportan un marco para la captura del

conocimiento de las organizaciones [18], Aurum, Daneshgar y Ward presentan un marco para la extracción y difusión del conocimiento entre el personal de las organizaciones [19]. Schneider, von Hunnius y Basili con su Proyecto de Centro de Experiencia de Software [20]. Alagarsamy, Justus e Iyacutti establecen las bases para la creación de una herramienta para la gestión del conocimiento en [21] y Victor Basili y su propuesta de organizaciones como fábricas de experiencia [22]. Sin embargo, los resultados obtenidos de la revisión sistemática de literatura existente respecto al tema, no se detectan herramientas que faciliten dicha actividad y en específico la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones que permita la formalización de este conocimiento hacia los procesos de la organización.

Esta tesis está basada en el método propuesto por la Dra. Mirna Muñoz Mata y el Dr. Jezreel Mejía Miranda que pretende reducir la resistencia al cambio mediante la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones [21, 22]. Este método, provee una guía para la extracción del conocimiento tácito, por lo que se propone el desarrollo de una herramienta web para apoyar a la automatización del método, así como la formalización de los procesos genéricos obtenidos en dicha actividad. El objetivo principal es proveer a las organizaciones una herramienta que les permita establecer de la manera más rápida, a un bajo costo y de manera sencilla, el estado actual de sus procesos para tener una base sólida con el objetivo de la implementación de mejoras o adaptación a un estándar o modelo de calidad. Además, como complemento a esta herramienta se incluye el desarrollo de un api que contenga los principales conceptos, elementos de proceso detectados y sus relaciones derivados de la aplicación de la herramienta en una organización, lo que permitirá la creación de un archivo XML que servirá para ser consumido por una herramienta que desarrollada en un futuro y en base a un modelo ontológico, pueda sugerir a la organización cuál es el estándar o modelo de calidad más adecuado para que la organización lo implemente con el fin de obtener un certificado de calidad sobre sus procesos y productos [23, 24, 25].

El contenido de este trabajo de investigación se estructura en una serie de capítulos que se describen enseguida:

- Capítulo 1 Antecedentes

En este capítulo se presenta el estado de arte que fundamenta la problemática del trabajo, se muestra un breve análisis de los principales conceptos que se involucran en el desarrollo del método que se busca automatizar, la importancia de la mejora de procesos para las organizaciones de desarrollo de software, la relación existente entre la calidad y la mejora de procesos, los estándares de calidad que actualmente una organización puede adoptar para mejora de sus procesos, la importancia de la gestión del conocimiento para las organizaciones, la clasificación del conocimiento existente en las organizaciones y los diferentes problemas que enfrentan las organizaciones al implementar mejoras de procesos de software. Además, se incluye el planteamiento del problema, el objetivo general y los objetivos específicos y la justificación de la investigación para la realización de esta tesis.



- Capítulo 2 Estado de la Práctica

En este capítulo se incluye la revisión de trabajos similares al tema de tesis, se revisan los métodos existentes, propuestos para la gestión del conocimiento en las organizaciones y una comparativa sobre metodologías y herramientas similares a la que se propone en el estudio.

- Capítulo 3 Aplicación de la metodología

En este capítulo se presenta la metodología de para la extracción del conocimiento tácito en las organizaciones propuesta por Muñoz y Mejía y que sirve como base para el desarrollo de la herramienta para la automatización de la extracción del conocimiento tácito. Se detallan las herramientas seleccionadas para el desarrollo de la herramienta y las metodologías que sirvieron para gestionar el proyecto. Se describen cada una de las fases y las actividades que conlleva la implementación del primer análisis de esta metodología, se exponen también la arquitectura y el desarrollo de la herramienta propuesta en esta tesis para resolver la problemática planteada. Finalmente se muestran los prototipos de interfaz de cada módulo de la herramienta.

- Capítulo 4 Resultados

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos después de haber aplicado la metodología, como fue desarrollada en el capítulo 3 y los módulos obtenidos. De la misma manera, se presentan dos casos de estudio realizados uno en el Centro de Desarrollo de Software de una Universidad del Estado de Zacatecas (CDS) y otro en la Coordinación de Sistemas de Información (CSI) del Gobierno del estado de Zacatecas, con el objetivo de analizar y comprobar la herramienta para la extracción del conocimiento tácito de la organización. Se presentan además los resultados que arrojó la herramienta, en la formalización de los procesos y la extracción del conocimiento tácito, mediante la evaluación de la herramienta de acuerdo a la opinión de los participantes del caso de estudio y las estadísticas generadas con la realización de una encuesta de satisfacción.

- Capítulo 5 Conclusiones y recomendaciones

En este capítulo se presentan las conclusiones que se asumen sobre el trabajo realizado y también se presentan las recomendaciones respecto a las mejoras futuras que se realizarán a la herramienta.

- Capítulo 6 Productos académicos

En este capítulo se muestran los productos académicos generados a partir de la investigación para la realización de esta tesis.



## Capítulo 1 Antecedentes

En este capítulo se presenta el estudio de los antecedentes y elementos fundamentales sobre los cuales se basa esta tesis, como son la descripción breve de la literatura referente a la mejora de procesos, la relación existente entre calidad de procesos y productos en el ámbito del desarrollo de software, los principales estándares o modelos de calidad a los que las organizaciones actualmente se pueden alinear para certificar sus procesos, la importancia de la gestión del conocimiento en las organizaciones, los distintos retos y problemas a los que se enfrenta la implementación de mejora de procesos y que se pretende disminuir su impacto con el uso de la herramienta propuesta en esta tesis, el método propuesto por la Dra. Mirna Muñoz Mata y el Dr. Jezreel Mejía Miranda [23], para la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones. El capítulo finaliza con la descripción de la justificación y la definición de la propuesta de desarrollo de una herramienta web que permita automatizar el método para la extracción del conocimiento que es el fundamento principal de esta tesis.

### 1.1 Marco teórico

A continuación se presentan los puntos referentes a la teoría que fundamenta la investigación para el desarrollo de la herramienta que permita dar soporte a la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones de desarrollo de software. Si bien el objetivo de esta investigación es el desarrollo de una herramienta que favorezca esta actividad, se analiza también el impacto y la relación que existe entre la extracción del conocimiento tácito y conceptos como la mejora de procesos, la calidad del software, las distintas soluciones existentes en el área de la investigación y la propuesta de solución que aborda esta tesis en base al planteamiento de la problemática detectada.

#### 1.1.1 Importancia de la Mejora de Procesos de Software para las Organizaciones

Actualmente en orden de adquirir las habilidades competitivas necesarias para satisfacer las necesidades que demandan los clientes, para enfrentar los retos que presenta un mercado global [26], y para ofrecer productos de calidad, tal y como lo mencionan Muñoz y Mejía, las organizaciones de desarrollo de software deben implementar mejoras continuas a sus procesos, [1, 21, 22, 24, 25, 26, 27]. La importancia principal de la implementación de mejoras de procesos de software radica en el hecho de que un producto de calidad y a la vez considerado exitoso, tiene como raíz principal un proyecto bien realizado, guiado por planificaciones y validaciones correctas, que a su vez forman parte de un proceso de calidad, así la base de todo buen producto es el seguimiento de un buen proceso [31].

Sin embargo, “*No todo es miel sobre hojuelas*” en el área de procesos de software tal y como lo muestra el estudio Stella, Villa y Ocampo [32], precisamente las mejoras son

requeridas debido a que existe un emergente número de problemas a resolver tales como, *productos deficientes, planificaciones mal estimadas, incorrección en el cálculo de los presupuestos, incumplimientos, sub y sobre estimaciones de tiempos de entregas* y un sinnúmero de detalles que las organizaciones buscan afrontar mediante la implementación de mejoras.

Existen factores considerables que motivan la iniciativa de implementación de mejoras de procesos, entre los cuales, como se menciona en la investigación realizada por Frenzel [3], se pueden citar: La captación de clientes de alta envergadura, el ahorro de recursos, entregas en tiempo y forma de los proyectos de software, bajos costos en el desarrollo y mantenimiento de aplicaciones, incremento y mejora en la credibilidad, predictibilidad en las planeaciones de los proyectos, control de los desarrollos, lanzamientos de productos al mercado en tiempos relativamente más cortos, etc., [33]. Por otra parte, Green y Webb [34], afirman que el objetivo principal del emprendimiento de una mejora de procesos de software es la reducción del costo de desarrollo de productos y servicios, y la mejora de la productividad de los desarrolladores. Resumiendo todo lo anterior, se detectan tres conceptos base que son clave en este contexto para que las organizaciones busquen implementar una mejora de procesos de software, el aumento en la competitividad, la entrega de productos de calidad y el retorno de la inversión (Return Of Investment ROI, por sus siglas en inglés [35]).

Desde los años 60's derivados de la llamada "*Crisis del Software*", han surgido marcos de trabajo de mejora de procesos de software conformados de mejores prácticas y que se han convertido en guías para el alcance del principal elemento al que se hace enfoque cuando se menciona el término mejora de procesos de software, *la calidad* [36]. El siguiente punto presenta la definición de este término y seguido del mismo los principales marcos de trabajo, modelos y estándares de calidad que se siguen en el área de la ingeniería del software.

### **1.1.2 Calidad en los procesos de software**

El concepto de calidad en el ámbito de la industria del desarrollo de software y la mejora de procesos, ha generado diversas interpretaciones sobre su significado, es notorio el hecho de que no se ha unificado este criterio y no se ha establecido un punto de acuerdo respecto a los diferentes significados que se le han dado a lo largo de la historia. Una de las principales causas de esta controversia puede ser que el software es un producto intangible y que se rinde a la abstracción del concepto de calidad que percibe cada involucrado en el proceso o ciclo de vida del software, de manera que, para un desarrollador, tal vez el concepto de calidad se puede medir de acuerdo a la mantenibilidad; en contraparte el usuario final puede considerar como un factor clave la usabilidad del producto, aplicación o sistema de software, tal y como lo menciona la investigación de Mendoza, Pérez y Grimán [37]. Diferentes autores y organizaciones han tratado de dilucidar y establecer una definición de la palabra "*Calidad*" en el contexto de la ingeniería del software, en el libro "*Calidad del Software: Teoría y Administración*", el autor Allan Gillies [38], ofrece un extenso panorama

de los diferentes enfoques y significados de la calidad aplicados al software, entre los mismos se pueden citar:

- Crosby, 2000: Cero defectos [38].
- ISO9000-2008: La totalidad de funciones y características de un producto o servicio que le permiten satisfacer las necesidades específicas o implícitas para las que fue realizado [4].
- El Departamento de la Defensa de Estados Unidos: El grado en el cual los atributo del software le permiten realizar el uso final para el que fue desarrollado [38].
- Kitchenham: adecuación del producto a las necesidades que fue creado [38].

Con el objetivo de agrupar los diferentes conceptos de calidad respecto al software, fue creado un modelo de calidad que intenta representar las características principales de un producto de software, donde cada factor se asocia al menos con dos atributos de calidad del software, tal y como lo analiza N. Ashrafi en [39]. Este modelo fue acogido por el grupo de Seguridad de la Calidad del Software (Software Quality Assurance, SQA, por sus siglas en inglés) y funciona como una guía para revisar la calidad de un sistema de software, la Tabla 1.1 muestra los factores críticos de calidad que deben ser considerados en la evaluación de un sistema.

**Tabla 1.1 Factores críticos de calidad del SQA [39].**

<b>Calidad de Diseño</b>	
Correctitud	Grado con el cuál el software cumple con las especificaciones y objetivos establecidos.
Mantenibilidad	Facilidad para localizar y reparar una falla en el software en un periodo de tiempo determinado.
Verificabilidad	Facilidad para verificar las características y desempeño del software basado en sus objetivos establecidos.
<b>Calidad de Desempeño</b>	
Eficiencia	Grado en el cual el software es capaz de hacer más operaciones con menos recursos del sistema (Hardware, memoria, procesador, sistema operativo, comunicaciones.)
Integridad	Grado en el cual el software es capaz de resistir a la intrusión de usuarios o software no autorizados, dentro de un periodo de tiempo dado.
Confiabilidad	Grado en el cual el software responde (De acuerdo a los objetivos establecidos) dentro de un tiempo determinado.
Usabilidad	Relativo al aprendizaje y operación del software.

Facilidad de Prueba	Facilidad de pruebas al programa para verificar que realiza las funciones especificadas.
<b>Calidad de Adaptación</b>	
Expansión	Relativo al esfuerzo requerido para expandir las capacidades o desempeño del software, mejorando las funciones actuales o agregando nuevas funcionalidades.
Flexibilidad	Facilidad para cambiar la misión, funciones o datos del software para satisfacer los cambios, necesidades y requerimientos.
Portabilidad	Facilidad para transportar el software de una plataforma/ambiente a otro.
Reusabilidad	Facilidad para utilizar el software o sus componentes en otro software.
Interoperabilidad	Relativo al esfuerzo necesario para acoplar de una plataforma a otra.
Intra-operabilidad	Esfuerzo requerido para comunicación entre componentes en el mismo sistema de software.

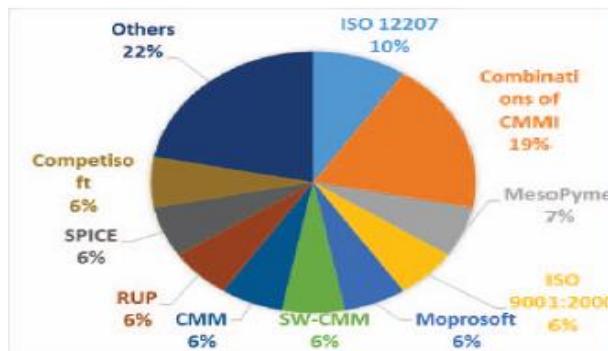
En orden a alcanzar un nivel aceptable y satisfacer varios de los puntos mencionados en la tabla anterior, las organizaciones de desarrollo de software buscan incrementar la calidad en sus productos mediante la implementación de mejoras en sus procesos de producción. Tal y como lo establece el estudio de Trudel, Lovoie, Paré y Suryin [40], la calidad de los productos depende en gran medida de los procesos que se llevan a cabo para su desarrollo. De esta manera, es necesario evaluar los procesos actuales que siguen las organizaciones, para establecer el nivel de calidad de producción de software de la organización. Una forma eficaz de detectar en qué nivel de calidad se encuentra la organización, es la contrastación de las actividades que se realizan para el desarrollo de productos respecto a modelos o estándares de calidad establecidos. En consecuencia, es posible detectar posibles oportunidades de mejoras, reconocer las debilidades, fortalezas, riesgos y en cierto grado garantizar a sus clientes la calidad en la elaboración de sus productos [41]. A continuación en el punto 1.1.2.1, se enumeran varios de los marcos de trabajo, modelos y estándares de calidad que actualmente representan y ofrecen una directriz para lograr la calidad de procesos y productos de software.

### 1.1.2.1 Modelos y estándares de calidad

Varios enfoques sobre mejora de procesos han sido propuestos, si bien tal y como lo mencionan Rahman, Sahibuddin e Ibrahim [42], la mejora de procesos no es un término propio de la ingeniería del software, es un enfoque cíclico que puede ser aplicado a cualquier área. Basili y Rombach [43], tomaron el ciclo de Deming (1950), el llamado Plan-Do-Check-Act / Planificar - Hacer- Verificar - Actuar (PDCA por sus siglas en inglés) y lo adaptaron al área de la ingeniería del software [44]. De esta manera, poco a poco el área de la ingeniería

del software respecto a procesos se ha ido plagando de marcos de trabajo constituidos de mejores prácticas que a su vez han ido evolucionando hasta convertirse en modelos y estándares de calidad establecidos.

Los modelos y estándares de calidad del software, proveen una guía de actividades que de implementarse correctamente permite alcanzar un nivel óptimo de calidad en el desarrollo de los productos. En este ámbito tal y como lo aborda el estudio realizado por Singh y Kannoja [45] y como lo mencionan también Niazi y Wilson [46], varios enfoques en la mejora de procesos de software han sido propuestos para conseguir la calidad en los productos deseada, entre estos estudios, el realizado por Valtierra, Muñoz y Mejía [29, 47], muestra una interesante lista de los estándares más utilizados en las Pymes hasta el año 2013. Los porcentajes de los estándares y modelos de calidad más utilizados en la industria del software se muestran en la siguiente gráfica:



**Figura 1.1. Porcentajes de estándares y modelos de calidad usados en las Pymes [9].**

Entre los modelos más utilizados mostrados en la Figura 1.1, se analizan a continuación los más importantes, se incluye Moprosoft debido a que es un estándar creado y utilizado en México y que está enfocado a las Pymes de desarrollo de software. Los modelos que se citan son los siguientes:

#### 1.1.2.1.1 CMMI - DEV:

El modelo CMMI - DEV. [7], es un modelo de mejora de procesos de desarrollo de software creado por el Software Engineering Institute (SEI, por sus siglas en inglés), puede ser utilizado para mejorar las actividades de un proyecto, área, organización o personal. CMMI-DEV, proporciona un marco de referencia para la evaluación de los procesos actuales, facilita la definición de actividades prioridades y metas. Mediante la implementación de este modelo de calidad, se busca garantizar la mejora continua de los procesos de desarrollo de productos y servicios, actualmente se promueve la versión 1.3 del modelo y tiene dos representaciones [7]:

- Por etapas: permite alcanzar la calidad respecto al concepto de niveles de madurez.
- Representación continua: permite alcanzar niveles de capacidad.

Los niveles que componen cada representación se presentan a continuación en la Tabla 1.2.

**Tabla 1.2. Niveles del Modelo CMMI – DEV, de acuerdo a su representación.**

<i>Nivel</i>	<i>Representación continua Niveles de capacidad</i>	<i>Representación por etapas Niveles de madurez</i>
Nivel 0	Incompleto	
Nivel 1	Realizado	Inicial
Nivel 2	Gestionado	Gestionado
Nivel 3	Definido	Definido
Nivel 4		Gestionado cuantitativamente
Nivel 5		En optimización

### 1.1.2.1.2 Norma ISO 12207

Es un estándar para los procesos del ciclo de vida del software de la organización, comprende los procesos desde recolección de requisitos hasta el término del software [48]. Está integrado por 17 procesos agrupados en tres distintas categorías: Principales, de apoyo y de organización. ISO 12207, agrupa las actividades que se realizan durante el ciclo de vida del software en cinco procesos principales, ocho procesos de apoyo y cuatro procesos organizativos [48]. De esta manera, cada proceso se divide en un conjunto de actividades y a su vez, las actividades en tareas. Tal y como se había mencionado, los procesos principales son cinco y cada uno provee servicios a las partes principales. Las partes principales son las encargadas de realizar el desarrollo, la operación o el mantenimiento de los productos de software, las partes principales entonces son: adquiriente, proveedor, desarrollador, operador y el responsable del mantenimiento [48]. Los procesos principales se enlistan a continuación:

- Proceso de Adquisición: provee servicio al adquiriente (Organización que adquiere un sistema, producto o servicio de software).
- Proceso de Suministro: provee servicio al proveedor (Organización que proporciona sistema, producto o servicios de software al adquiriente).
- Proceso de Desarrollo: Define las actividades que realizar el desarrollador (Organización que desarrolla el producto o servicio de software).
- Procesos de Operación: Consiste en las actividades del operador (Organización que proporciona el servicio de operar un sistema informático en su entorno real).
- Proceso de Mantenimiento: Define las actividades del responsable de mantenimiento (Organización que se encarga de la gestión de las modificaciones al producto, para mantenerlo actualizado y operativo).

Si bien los cinco procesos son de vital importancia, analizaremos solo dos vitales para el estudio de esta tesis, el proceso de desarrollo y el de mantenimiento [48]. El proceso de desarrollo contiene las actividades y tareas del desarrollador, incluye el análisis de requerimientos, diseño, codificación, integración, pruebas e instalación y aceptación,



relacionadas con los productos de software, se pueden incluir actividades a nivel de sistema si se estipula eso en el contrato [48]. Las actividades que se incluyen en este proceso son:

- Implementación del proceso.
- Análisis de los requerimientos del sistema.
- Diseño de la arquitectura del sistema.
- Análisis de los requerimientos del software.
- Diseño de la arquitectura del software.
- Diseño detallado del software.
- Codificación y pruebas del software.
- Integración del software.
- Pruebas de calificación del sistema.
- Integración del sistema.
- Pruebas de calificación del sistema.
- Instalación del software.
- Apoyo a la aceptación del software.

El proceso de mantenimiento consiste en las actividades y tareas del responsable de este proceso. Inicia cuando el producto de software sufre modificaciones en el código y la documentación asociada a éste, debido a algún problema, mejoras o adaptaciones. El objetivo principal es conservar la integridad del software a pesar de los cambios que se pudieran realizar, se incluye la migración y retirada del producto de software, termina con la retirada del producto de software [48]. Las actividades que se realizan son las siguientes:

- Implementación del proceso.
- Análisis de problemas y modificaciones.
- Implementación de las modificaciones.
- Revisión del mantenimiento.
- Migración.
- Retirada del software.

Los ocho procesos de apoyo son responsabilidad de la organización que lleva a cabo cada proceso, ésta se debe de asegurar que el proceso existe y es operativo [48]. Los procesos de apoyo son:

- Proceso de documentación: actividades relacionadas con el registro de la información producida por un proceso del ciclo de vida.
- Proceso de gestión de la configuración: actividades relacionadas con la gestión de la configuración.
- Proceso de aseguramiento de la calidad: consiste en asegurar que los productos de software cumplan con los requerimientos establecidos.
- Proceso de verificación: consiste en las pruebas aplicadas al producto de software.
- Proceso de validación: consiste en validar los productos de software del proyecto.
- Proceso de revisión continua: es la definición de las evaluaciones del estado y

productos de una actividad.

- Proceso de auditoría: se revisa que haya conformidad con los requerimientos, planes y contratos.
- Proceso de solución de problemas: se analizan y eliminan los problemas que sean descubiertos durante los procesos de desarrollo, operación, mantenimiento u otros procesos.

Como ya se había mencionado existen cuatro procesos organizativos del ciclo de vida de desarrollo del software ISO 12207 contempla estos procesos con la finalidad de mejorar continuamente la infraestructura tanto de procesos como de personal [48]. Los procesos organizativos son:

- Proceso de gestión: actividades básicas de gestión de proyectos.
- Proceso de infraestructura: actividades básicas para establecer la infraestructura del ciclo de vida.
- Proceso de mejora de proceso: actividades básicas para medir, controlar y mejorar los procesos del ciclo de vida.
- Proceso de recursos humanos: consiste en reclutar al personal capacitado para un proyecto.

#### 1.1.2.1.3 MESOPYME

Es un método de mejora de procesos de software (SPI, por sus siglas en inglés), dirigido a pequeñas y medianas empresas. Los objetivos de MESOPYME, son similares a los del modelo IDEAL del Software Engineering Institute (SEI). MESOPYME toma en cuenta el modelo definido por ISPI de 4 etapas, estas etapas son [49]:

- Etapa 1: Compromiso para mejorar. Se busca obtener el apoyo de la gerencia o administración para llevar a cabo el proyecto de mejora.
- Etapa 2: Evaluación del proceso de software. Detección de fortalezas y debilidades en base al Modelo de Capacidad y Madurez (CMM por sus siglas en inglés). De la evaluación y sus resultados se seleccionan los procesos que se desean mejorar.
- Etapa 3: Solución de mejora. Se provee la infraestructura para la mejora, se crea el plan de mejora, la mejora se realiza en base a un conjunto de componentes genéricos llamado Paquete de Acciones (Action Package). El Paquete de Acciones, se define como una solución general para un área de proceso de software particular que debe ser adaptada a una organización, se toman en cuenta los objetivos de negocio y los resultados de la evaluación (Etapa 2).
- Etapa 4: Institucionalización. Esta etapa consiste en la institucionalización de las mejoras realizadas al proceso.

#### 1.1.2.1.4 SPICE

Es un estándar importante, una iniciativa internacional para apoyar el desarrollo de una norma para la evaluación de procesos de software. El proyecto tiene tres objetivos principales:

- Desarrollar un proyecto para la elaboración de un estándar para la evaluación de procesos de software.
- Realizar ensayos en la industria de la norma emergente.
- Promover la transferencia de tecnología de la evaluación de procesos de software en la industria mundial del software a nivel mundial.

En el estándar SPICE, el creciente número de métodos de evaluación disponibles, y la utilización de la técnica comercial en áreas sensibles, son factores clave que impulsan el desarrollo y la aceptación de una propuesta para desarrollar un estándar internacional para la evaluación de procesos de software [50]. Una norma internacional para la evaluación de procesos de software ofrecerá los siguientes beneficios a la industria y los usuarios del software:

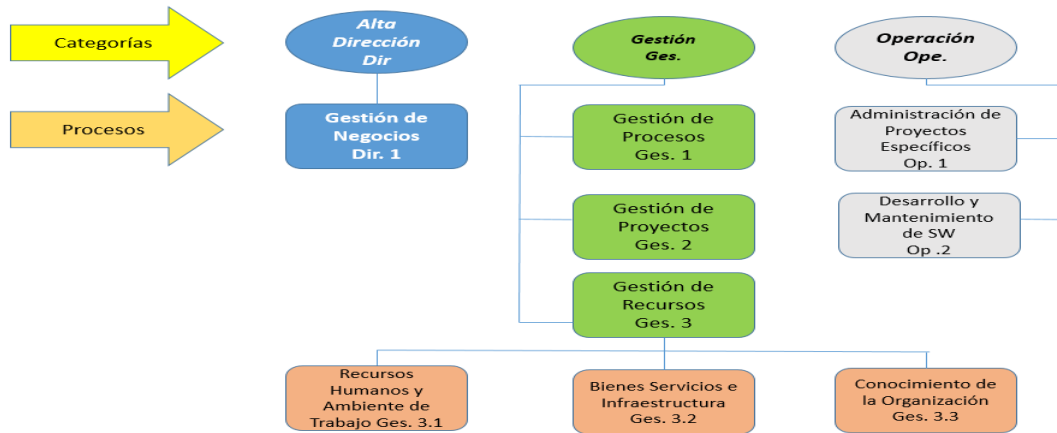
- Los proveedores de software se someterán a un solo esquema de proceso de evaluación.
- Las organizaciones de desarrollo de software tendrán una herramienta para iniciar y sostener un proceso continuo de mejora.
- Los directores de programas tendrán un medio para garantizar que su desarrollo de software es acorde y apoya las necesidades comerciales de la organización.

#### 1.1.2.1.5 MoproSoft

En un modelo de calidad del software diseñado para su implementación en Pymes de desarrollo de software, este modelo surge en México, mediante la iniciativa del Programa para el Desarrollo de la Industria del Software (ProSoft) [51]. El modelo surge como una respuesta a la necesidad de ofrecer productos de software de calidad y con miras de alcanzar niveles de competencia internacionales. El diseño de MoproSoft, cubre la norma ISO 9000:2000 sobre Gestión de la Calidad. Otras referencias tomadas en cuenta para la definición de los propósitos, las prácticas y las salidas a de los procesos son: La norma ISO/IEC TR 15504 y la ISO/IEC 12207 Software Life Cycle Processes [52].

Al alinearse a ISO/IEC 15504, Moprosoft intenta establecer un método de evaluación de procesos y una norma para equiparable a con CMMI y el método de evaluación SCAMPI. Sin embargo a diferencia de CMM-SW y CMMI, Moprosoft está dirigido a la micro y pequeña industria. En consecuencia se podría afirmar que este modelo es una síntesis de mejores prácticas para la industria del software[52].

De esta forma Moprosoft, considera los procesos desde la alta dirección hasta el nivel operativo dividido en tres categorías tal y como se muestra en la Figura 1.2.



**Figura 1.2. Estructura del modelo de procesos de MoProSoft.**

### 1.1.3 Importancia de la gestión del conocimiento en la mejora de procesos de software

Hasta este punto se ha especificado la importancia de la mejora de procesos, la relación de la calidad hacia los procesos y los modelos y estándares de calidad que ayudan a las organizaciones a establecer procesos de software, sin embargo, surgen las siguientes preguntas de interés ¿Cómo realizar mejoras a los procesos de software? ¿Cómo reflejar el conocimiento tácito de la organización hacia sus procesos?, ¿Cómo adaptarse a un estándar o modelo de calidad si no se tiene formalizado o no existe un proceso dentro de la organización como tal?

Para implementar la mejora de procesos de software, las organizaciones deben tener un total conocimiento de los procesos que se realizan para el desarrollo de sus productos y/o servicios [53]. El conocimiento, tal y como se establece en la investigación de Santos, Montoni, Figueredo y Rocha [54], es la base para realizar implementaciones de mejoras o adopciones de estándares de calidad . En una analogía con la ciencia médica se podría decir que *“Si no se conoce la enfermedad, no se puede recetar la cura”*, por lo tanto, es importante tener un conocimiento pleno de los procesos y formalizarlos para poder aplicar posibles mejoras. De una manera específica tal y como la afirma Abdullah y Mohamed [55], bien se podría considerar que la gestión del conocimiento es el núcleo de la mejora de procesos. En este contexto, según el estudio de Valtierra y Muñoz [29], existe una gran cantidad de organizaciones que no tienen un proceso bien definido, otro tanto presenta una carencia en la formalización de los procesos o hasta la ausencia total de un proceso. Considerando lo anterior, en relación con el concepto de calidad se podría afirmar que éstas son empresas caóticas [56]. Sin embargo, aun cuando la misma organización realiza un proceso, no lo detecta, pero están realizando un conjunto de actividades o proceso basado en conocimiento tácito. Según la definición realizada en el estudio de Daneshgar y Ward en [57], el conocimiento tácito, es aquel conocimiento no codificado o formalizado y que se almacena en las mentes de las personas en forma de memoria, habilidades, experiencia, educación,

imaginación y creatividad, dando paso a los llamados “*Champions de la ingeniería del software*” [58].

La problemática descrita anteriormente, tiene su raíz y guarda una relación directa con una mala gestión del conocimiento tácito que se genera en la organización y que muchas veces no está reflejado en sus procesos que se llevan a cabo o la falta de codificación de ese conocimiento [59], es decir, tiene una injerencia total de la cultura organizacional [60], tal y como lo afirman Nonaka y Takeuchi en [61].

Según Polanyi [62], el conocimiento se divide en dos ramas principales en las cuales se puede categorizar, conocimiento explícito y conocimiento tácito. Tal y como lo menciona el estudio de Arent y Norberg [63], el conocimiento explícito es conocimiento codificado, articulado mediante palabras, figuras y números, y es fácil de compartir ya sea por medio de especificaciones, procedimientos de operación estándar o por medio de datos. En contraparte el conocimiento tácito como ya se ha mencionado, es aquél conocimiento que no ha sido codificado y que presenta una mayor complejidad al transmitirse, es subjetivo y sobre todo se basa en experiencias personales, prácticas organizacionales no formalizadas o conocimiento empírico [14].

En este ámbito y de acuerdo al manifiesto de Software Process Improvement (SPI, por sus siglas en inglés) [64], es de considerarse la importancia de la estructura organizacional, la relación entre los distintos miembros de los equipos de trabajo dentro de una organización y factores como la transparencia, el respeto, el flujo de comunicación entre los distintos niveles de la organización, la unidad de los equipos de desarrollo, la asignación de responsabilidades y la motivación, ya que sin la correcta amalgama de estos factores difícilmente se puede tener un proceso de desarrollo bien definido y conocido de manera general por todos los miembros de la organización [64, 65]. Entre los factores mencionados destaca el flujo de la comunicación, donde administradores, líderes de proyecto y desarrolladores deben conocer (Aún y cuando no las realicen), las actividades que se llevan a cabo para la realización de un proyecto con el fin de definir un proceso general.

Un amplio estudio acerca del tema, es el análisis realizado por Wong y Bhatti [67], quienes establecen que la conjunción de todos los factores genera la confianza necesaria para una correcta relación de los equipos de trabajo y un nivel ideal de transferencia de la información sobre las actividades de los procesos que se están realizando [67]. Sin embargo, uno de los principales problemas que se observa en las organizaciones, de acuerdo al estudio de Kukko [68], es la falta de coherencia en la comunicación y el conocimiento de los procesos, de tal manera que, por ejemplo, en una empresa de tres niveles jerárquicos (Superior, Táctico y Operativo), se observa que el nivel superior tiene una perspectiva de cómo se realizan los procesos de desarrollo, totalmente diferente a como se visualiza desde el nivel medio o táctico de proyectos y éste a su vez mantiene una idea errónea sobre cómo lo realiza el nivel operativo.

Por lo tanto, se identifica que existe la necesidad de extraer el conocimiento tácito de las organizaciones para convertirlo en conocimiento explícito de manera que se refleje en la formalización de sus procesos [66]. Esta actividad requiere de la participación activa de las organizaciones y cada uno sus integrantes, de tal manera que permita analizar, establecer, conocer y compartir el estado actual de los procesos que se llevan a cabo dentro de la organización [69], [70]. Varios métodos de gestión del conocimiento han sido propuestos para impulsar la mejora de procesos de software. En el siguiente punto se analizan algunas de ellas y se define la propuesta base del desarrollo de la herramienta a la que esta tesis hace referencia.

#### **1.1.4 Problemática en la implementación de mejoras de procesos de software.**

La implementación de mejoras a los procesos de desarrollo de software en las organizaciones enfrenta varios retos y problemas. Tal y como se menciona en el estudio realizado por Muñoz y Mejía [24], es precisamente, en los procesos, donde se encuentra el punto de inflexión que afecta a la calidad. Entre de los principales problemas que se detectan están: el desconocimiento de la forma de implementar posibles mejoras, la falta de conocimiento que genera incertidumbre, fracasos en el alcance de los objetivos de mejora, frustración en los implicados y sobre todo resistencia al cambio [71]. A continuación en las siguientes subsecciones se analizan los principales obstáculos que las organizaciones de desarrollo de software se enfrentan al tratar de realizar mejoras enfocadas a alcanzar niveles de calidad óptimos tanto en procesos como en productos y que se espera puedan mitigarse de cierta forma con la implementación de la herramienta para la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones que se propone en esta tesis.

##### **1.1.4.1 Las Pymes desarrolladoras de software**

Las Pymes de desarrollo de software han llegado a convertirse en nuestros días en un verdadero motor económico para varios países en el mundo, de acuerdo al estudio de Pino, García y Piattini [72], las Pymes (con menos de 250 empleados), representan el 99.2% de las organizaciones de desarrollo de software en el mundo, este factor es crítico ya que estas empresas requieren de estrategias, modelos y estándares que se adapten a su estructura y tamaño de negocio [32]. El estudio de Reyes, Margaín, Alvarez y Muñoz , señala que en México estas organizaciones representan el 80% de las existentes en el país [9] . El principal problema que se presenta en estas organizaciones es que en un principio se consideró que los estándares y modelos no estaban diseñados para adaptarse a este tipo de empresas, este factor no ha pasado desapercibido para organismos como el Software Engineering Institute (SEI) y la International Organization for Standardization (ISO), estos organismos han detectado que tiene que haber un enfoque dirigido a las Pymes y han venido realizando adaptaciones para que sus estándares puedan ser adaptados a ellas [73].

#### **1.1.4.2 Resistencia al cambio.**

La implementación de mejoras, tanto como la implantación de un modelo o estándar de calidad dentro de una organización de cualquier tamaño, enfrenta uno de los mayores retos existentes en el área de la mejora de procesos, la resistencia al cambio [27, 71]. Este aspecto es influenciado de manera directa por un factor clave, la cultura organizacional, es bien conocido por las organizaciones que para implementar mejoras en sus procesos y estas se vean reflejadas en sus productos, tal y como lo mencionan Badoo y Hall [75], se requiere ir más allá de una simple imposición de un modelo, estándar o metodología dirigidas a la mejora, esta cuestión va mucho más allá, recae y tiene su fundamento en la mentalidad y formación de todo el personal a nivel individual, el factor principal radica en que para superar este reto se requiere un cambio de pensamiento en cada uno de los individuos y a nivel organizacional, es un gran reto porque representa un cambio total en la cultura que se tiene para el desarrollo de productos [76]. En este contexto son varias las soluciones que se han propuesto para enfrentar esta problemática, en [24], Muñoz y Mejía, presentan una metodología que permite la implementación gradual de las mejoras de los procesos de una organización, dicha metodología conocida como MIGME-RRC, propone una implementación de acuerdo al autoconocimiento de las organizaciones de sus procesos y su capacidad de adaptación al cambio, lo que reduce la resistencia en la adopción de un modelo, estándar o implementación de mejora. Sin embargo, es necesario resaltar que se debe gestionar el conocimiento para conocer dicha capacidad de adaptación, con lo que el tema de esta investigación toma nuevamente relevancia.

#### **1.1.4.3 Costos de implementación de mejora de procesos de software.**

Uno de los principales factores que perjudican directamente la implementación de mejora de procesos de software es sin duda alguna el costo que se genera al tratar de adaptar un modelo de mejora en las organizaciones. De acuerdo como lo detectan Niazi, Wilson y Zowghi [26], la falta de recursos se considera el obstáculo más importante para la mejora de procesos, pues ésta, es vista como una inversión a largo plazo y que toma un tiempo considerable el observar los beneficios reales que trae consigo su aplicación en la organización. Un estudio posterior del mismo Niazi, Muhammad y Babar establecen la falta de recursos como el más alto de los factores que ocasionan el fracaso de la implementación de mejora de procesos de software en las pymes [77]. Según el estudio de Calvo-Manzano [27], la falta de presupuesto representa un 27% de fracasos en la mayoría de las iniciativas de implementación de mejora de procesos de software (SPI) y se considera como uno de los obstáculos más difícil de sortear en la práctica.

#### **1.1.4.4 Ausencia de una metodología o proceso formal de desarrollo de software.**

La falta de un proceso formal para el desarrollo de software emerge como un problema a tomarse en cuenta, aún y cuando dentro de la organización se realizan actividades



para la consecución de los proyectos, en varios casos este conocimiento no está formalizado y se considera empírico. Son las clásicas empresas en dónde cada quién sabe qué hacer y existe ya una cierta manera de realizar las tareas. Sin embargo, existen detalles que son sólo inherentes a algunos miembros del equipo de desarrollo o de la organización [78], de manera que sólo ellos saben cómo se realiza un determinado procedimiento [79]. Así de forma general, tal vez la empresa de software está realizando una serie de pasos específicos pero que no son conocidos en todos los niveles operativos o jerárquicos de la organización, lo que conlleva a la falta de un proceso bien definido, mismo que es requerido para fines de adopción o contrastación hacia un modelo o estándar de calidad. Por lo tanto, es difícil establecer el nivel en el que se encuentra la organización y las actividades de desarrollo que se practican en ésta. El factor de desconocimiento y la inexistencia de un proceso formal de desarrollo aunado a la dificultad de gestión de proyectos según el Standish Group, Chaos Report [32], provoca los siguientes efectos:

- El desperdicio del 15% del esfuerzo para desarrollo de software a nivel mundial debido a la cancelación de proyectos.
- Un 50% de los proyectos de gran dimensión sobrepasan el presupuesto planificado o no se entregan en el tiempo y forma especificado.
- Los proyectos de pequeña dimensión en su gran mayoría se retrasan hasta un 20% en contraste al tiempo planificado de entrega.
- El 75% de desarrollos o aplicaciones de gran dimensión registran fallas.

Esta problemática se genera principalmente debido a la falta de formalización de los procesos que se practican en las empresas o al desconocimiento del proceso que se lleva a cabo por algunos de los miembros de la organización.

#### **1.1.4.5 La gran variedad de modelos y metodologías de calidad del software.**

Como ya se mencionó anteriormente son varios los modelos, metodologías y estándares de calidad existentes, de éstos existen un igual número de certificaciones que muchos de los clientes exigen a las organizaciones de desarrollo para poder asignarles sus proyectos [80]. En orden de adquirir un nivel de competitividad aceptable las organizaciones deben de adquirir, adaptar y certificarse en el conocimiento de cada uno de esos modelos o estándares de calidad [27], lo que en la práctica representa un largo camino de recorrer para una empresa de cualquier envergadura y se deben de considerar cada uno de los problemas que a lo largo de este estudio se han ido mencionando, los costos, falta de experiencia, la resistencia al cambio entre otros factores representan una barrera difícil de franquear. Además, si a esto se le agrega el desconocimiento del proceso o del conocimiento de los procesos que se llevan a cabo en la organización la complejidad de adquisición de un estándar de calidad aumenta de manera considerable [81].



En este contexto, son varias las soluciones propuestas por ejemplo el estudio realizado por Ferreira, Machado y Paulk [82], quienes proponen un enfoque de mapeo de las mejores prácticas de los modelos de calidad para conseguir lo que en el ámbito de procesos se conoce como “ADN de procesos” que dicho en palabras coloquiales es simple y sencillamente la suma de los conceptos y atributos de calidad que son compartidos aunque con diferente nombre por los modelos o estándares de calidad, con este esfuerzo se intenta tener detectado un conjunto de mejores prácticas que de cumplirse en una organización lleven a una fácil adaptación de un modelo de calidad.

### **1.1.5 Metodologías para la extracción del conocimiento tácito en las organizaciones**

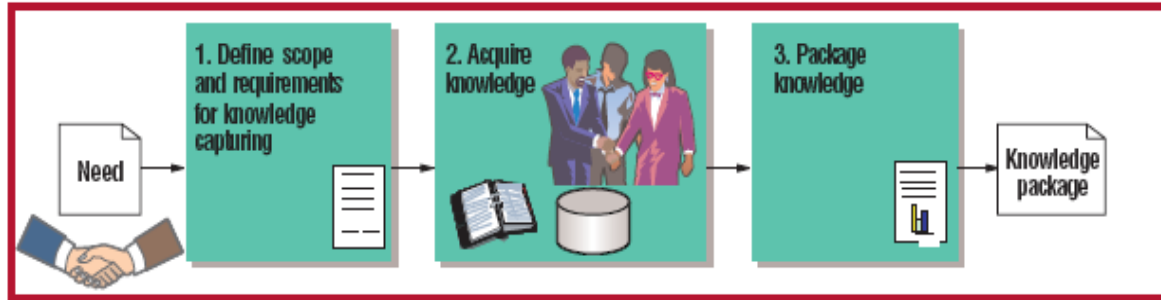
Es necesario establecer como indispensable que el conocimiento tácito acerca de los procesos de desarrollo de software en una organización esté unificado y formalizado, de tal manera que el proceso sea conocido por todos y cada uno de los integrantes de la organización.

Una afirmación concreta sobre la importancia de este punto es la que realizan Wan, Dan Wan, Luo y Xiaoyao Wan [14], quienes basados en la teoría del conocimiento proponen un modelo de conocimiento para la mejora de procesos de software (SPI, por sus siglas en inglés). Basado en el conocimiento. El principal aporte de su investigación consiste en tres prácticas de creación de conocimiento con las que se propone capturar el conocimiento tácito de las organizaciones, dichas prácticas son: comunicación entre miembros, programación en pares y cruces de colaboración entre los miembros de los equipos en el trabajo práctico.

Otra solución interesante es la provista por Komi, Mantyniemi y Seppanen [15], quienes proponen un método para adquirir la experiencia (Conocimiento tácito) de las fuentes existentes en la organización como personas, bases de datos y con un enfoque al conocimiento de los requerimientos de los clientes. Mediante el proyecto de captura de conocimiento y proyectos de los clientes, el conocimiento se obtuvo de reportes finales, bases de datos, registros de errores, discusión, foros y la fuente más importante las personas, las necesidades de conocimiento se clasificaron en proceso y producto, se incluyó el conocimiento relativo a diseño de software, pruebas, roles, habilidades, métodos y herramientas. La propuesta se divide en 3 pasos que se describen a continuación:

- Definición de alcance y requerimientos para captura de conocimiento.
- Adquisición de conocimiento desde las fuentes citadas.
- Almacenamiento del conocimiento y la experiencia obtenida.

El caso de estudio se realizó mediante un proyecto en una compañía, tuvo una duración de 300 horas la recolección y formalización del conocimiento, siendo el análisis y formalización las fases que ocuparon más tiempo (50%), se consideró exitoso por parte de los autores y finalmente el resultado de la adquisición de conocimiento y se formalizó en manuales y documentos. La Figura 1.3, muestra el proceso completo [16].



**Figura 1.3. Proceso de captura del conocimiento [16].**

### 1.1.5.1 MIGME-RRC

La propuesta de Muñoz y Mejía [23], basada en la Metodología para la Implementación Gradual de Mejoras con un Enfoque en la Reducción de Resistencia al Cambio (MIGME-RRC), sirve como base para el desarrollo de la herramienta para dar soporte a la extracción del conocimiento tácito de la organización, de la que esta tesis hace referencia. Está enfocada en la implementación de mejoras de procesos de una organización, en base al conocimiento de los procesos y en la detección de mejores prácticas. La metodología considera elementos claves de mejores prácticas, gestión del conocimiento y entorno multimodelo. Las etapas que sigue esta metodología se describen a continuación:

- Identificación de mejores prácticas internas: consiste en la extracción del conocimiento tácito de los expertos de la organización (Primer análisis) y el análisis de la documentación formal de los procesos.
- Evaluación del rendimiento de la organización: Consiste en establecer el rendimiento de los procesos, mediante el análisis de cobertura de las mejores prácticas de la organización y los indicadores relacionados a los objetivos de la organización.
- Análisis de las prácticas externas: Establecimiento de un entorno multimodelo para selección de un estándar o modelo de calidad que más se ajuste a la forma de trabajo y a los procesos de la organización.
- Implementación de mejoras en los procesos: Se refiere al diseño de nuevos procesos para la organización en base a las mejores prácticas detectadas y la adopción de un modelo o estándar derivado de la aplicación del multimodelo.

Por lo tanto, la base metodológica para el desarrollo de la herramienta para dar soporte a la extracción del conocimiento tácito que propone esta tesis se centra en la primera fase de esta metodología y particularmente en el primer análisis que está enfocado en la extracción del conocimiento tácito de la organización las actividades que implica la aplicación de esta fase de la metodología se presentan a continuación:

### 1.1.5.1 Primer Análisis

Este análisis involucra tres actividades y se enfoca principalmente en la extracción del conocimiento de proyectos considerados exitosos en la organización, de tal manera que se puedan obtener las mejores prácticas, para su posible replicación en futuros proyectos de la organización. Las actividades implicadas en este primer análisis son: La realización de entrevistas, el análisis de la información de las entrevistas y la identificación de las actividades genéricas. Cada una de estas actividades se describe a continuación:

#### 1.1.5.1.1 Realización de Entrevistas

Esta actividad consiste en la extracción del conocimiento de los procesos que se llevan a cabo en la organización mediante la aplicación del cuestionario para la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones. El cuestionario diseñado por Muñoz y Mejía [23], está dividido en 9 bloques de preguntas, para establecer una referencia sobre la información de la organización se tomó en cuenta la estructura del modelo CMMI-Dev y algunas de las áreas de proceso base que conforman el modelo. De esta manera, cada bloque del cuestionario provee la información relativa a un área de proceso específica. Los entrevistados son elegidos por la gerencia o un representante de la organización y se toma en cuenta que de preferencia pertenezcan a diferentes niveles jerárquicos de la empresa, por lo que es ideal que se logre entrevistar por ejemplo en una empresa de 3 niveles jerárquicos a personal de gerencia, líder de proyecto y a personal operativo o de desarrollo. A su vez esta actividad implica la realización de las siguientes sub-actividades las cuales se muestran en la Tabla 1.3.

**Tabla 1.3. Desarrollo de las entrevistas.**

Actividades	Descripción
Desarrollo del Cuestionario	Se desarrolla el cuestionario, las preguntas deben ser abiertas y de fácil entendimiento para el encuestado, enfocadas a obtener los puntos clave de acuerdo al subproceso al que satisface el bloque y que permitan obtener la información de las actividades que realmente realiza o conoce el encuestado.
Planear la entrevista	El representante de la organización elige a los posibles entrevistados del personal de la organización, así también se decide y agenda la fecha y hora de la entrevista y el número de reuniones necesarias para el llenado del cuestionario.
Entrevista	En esta etapa en la fecha y hora señaladas se realiza la entrevista, esta se contesta de manera escrita u oral y se pueden grabar las respuestas (En caso de responder oralmente) para fines de análisis posteriores de las respuestas al cuestionario.

### 1.1.5.1.2 Análisis de la información de las entrevistas.

En esta etapa se analiza la información obtenida de cada cuestionario por bloque. De acuerdo a cada bloque se diagraman los procesos correspondientes detectados y se presentan al representante de la organización para su observación y aprobación. Las sub-actividades que conforman esta fase se describen a continuación en la Tabla 1.4.

**Tabla 1.4. Análisis de las entrevistas.**

Actividades	Descripción
Identificar Actividades	Se analizan las respuestas de cada entrevista, se identifican actividades, elementos de actividad, herramientas, técnicas, etc.
Realizar Diagramas	Con la información obtenida al identificar las actividades se realizan los diagramas de los subprocesos detectados.
Revisión de Diagramas por los entrevistados	Se presentan los diagramas a los entrevistados para analizar si las actividades incluidas en los diagramas reflejan lo expresado en las respuestas del cuestionario.

### 1.1.5.1.3 Identificación de Actividades Genéricas.

En esta fase se comparan todos los diagramas de acuerdo a cada bloque y que fueron previamente aprobados por los entrevistados. Mediante la contrastación se busca obtener un diagrama de actividades genéricas, es decir se forma un diagrama general con las actividades y sus elementos similares y se conforma un proceso genérico, las sub-actividades que conforman esta fase se describen a continuación mediante la Tabla 1.5.

**Tabla 1.5. Identificación de actividades genéricas.**

Actividades	Descripción
Comparación de los diagramas	Se analizan los diagramas, se obtienen las actividades y elementos comunes, estas actividades se conocen como genéricas.
Desarrollo de un diccionario de términos	Se desarrolla un glosario de términos que describen cada actividad o elemento específico, donde cada término contiene una descripción, sinónimos y actividades relacionadas.
Unificación del nombre de las actividades	Del diccionario de términos se selecciona la palabra que mejor describa una actividad o un elemento específico.
Realizar diagramas genéricos.	Se conforman los diagramas genéricos del conjunto de actividades comunes identificadas y se forman los procesos genéricos.

Actividades	Descripción
Aprobar los diagramas genéricos	Se muestran los diagramas genéricos a los involucrados por parte de la organización en sus diferentes es ideal que sea en mínimo 3 niveles (Gerencial, administración de proyectos y operativo) para su aprobación.

Al analizar los métodos propuestos para la extracción del conocimiento tácito y administración del conocimiento, se concluyó que la herramienta propuesta en esta tesis se base en el método propuesto por Mejía y Muñoz [23], el objetivo principal es el de proveer una herramienta que permita extraer el conocimiento tácito de las organizaciones y formalizarlo para su posterior uso en posibles mejoras de los procesos de la organización y para satisfacer las necesidades de calidad en los productos de desarrollo, con esta herramienta se espera también mitigar algunos de los principales problemas adicionales que se presentan en la implementación de mejora de procesos, el siguiente punto define de manera detallada la arquitectura utilizada y el desarrollo de la herramienta.

## 1.2 Diseño de la Propuesta de Tesis

Tras el análisis de la problemática actual que enfrentan las organizaciones, se detecta que existe un extenso número de estándares, metodologías, modelos, marcos y estudios enfocados a resolver los distintos factores que afectan la implementación de mejoras de procesos de desarrollo de software (SPI Software Process Improvement, por sus siglas en inglés). Sin embargo tal y como se verá en el siguiente capítulo, para la investigación de este tema se realizó una revisión sistemática de literatura, en esta se encontró que si bien, existen herramientas que permiten la evaluación de los procesos hacia un estándar determinado o modelo de calidad, no existe una herramienta que provea el soporte necesario para extraer y formalizar el conocimiento tácito de los procesos de desarrollo que realizan las organizaciones, de esta manera, se plantea el desarrollo de una herramienta que permita la automatización del método para la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones en cuanto a procesos propuesto por Mejía y Muñoz. Se visualiza que de funcionar correctamente, la herramienta puede permitir entre otros beneficios:

- Implementación de mejoras de procesos de software. Al formalizar los procesos se detectaran posibles hallazgos de mejora y se visualizará en qué fase del proceso aplicarlos de manera concreta.
- Motivación para implementación de mejoras a los procesos. Mediante la formalización del conocimiento acerca de los procesos se fortalece también el conocimiento sobre la capacidad de la organización.
- Reducir la resistencia al cambio. Mediante la formalización y difusión del conocimiento tácito. Permitiendo que los procesos sean conocidos de manera general por todo el personal involucrado en los proyectos de la organización, facilitando la

autoevaluación y la concientización del estado actual de las actividades que se llevan a cabo para el desarrollo de productos.

- Disminución de costos. Se reducen los costos de pago a auditores, lo que permite de una forma relativamente fácil la formalización y conocimiento de los procesos para el desarrollo que se realizan en la organización y en base a este implementar posibles mejoras, adaptación de un estándar o modelo de calidad.
- Mejoras en planificaciones, estimaciones de los proyectos y entregas de productos. Al tener un conocimiento establecido se podrán detectar las carencias en cuanto a los procesos, emprender mejoras para satisfacerlas y por consecuencia se mejorará la gestión de procesos y proyectos.
- Motivación de adopción de estándares y modelos de calidad. Mediante la formalización del conocimiento se establecerá el estado actual de la organización, permitiendo evaluar si es factible la adopción de un estándar o modelo de calidad, reconociendo las carencias de los procesos y visualizando el posible retorno de la inversión (ROI por sus siglas en inglés) que se obtendrá de la posible captación de clientes importantes y el capital generado por la relación con dichos clientes.
- Establecer el proceso y sus conceptos principales. Basado en la información obtenida con la extracción del conocimiento tácito mediante la herramienta, desarrollar un api que contenga los procesos, sus actividades y elementos detectados en el análisis, de tal manera que permita crear con esa información un archivo XML. Este archivo permitirá que en un futuro cercano la información de la api pueda ser consumida por una herramienta multimodelo, que en base a una ontología permita evaluar la información del archivo (Los procesos y sus elementos), con el fin de poder definir cuál es el modelo o estándar de calidad al cual el proceso de la organización se apega y en base a esto sugerir la posible opción de adopción de ese modelo o estándar.

### 1.2.1 Planteamiento del problema

La implementación de mejoras de procesos en las organizaciones de desarrollo de software se ha convertido en un factor esencial para tener un nivel competitivo y ofrecer productos y servicios de software de calidad. Sin embargo, se ha detectado que uno de los problemas principales al tratar de implementar dichas mejoras es la falta del conocimiento del proceso de desarrollo o la formalización del mismo al interior de las organizaciones. Lo anterior tiene como principal consecuencia, que no puedan realizarse implementaciones de mejoras cuando no se tiene bien establecido el proceso, mucho menos se puede pensar en implementar un modelo o estándar de calidad si no se tiene una visión concreta del estado actual de los procesos. Aún mucho más grave es el que estos últimos, no se encuentren formalizados. En respuesta a este problema, varios métodos para gestión del conocimiento han surgido en un intento por definir un proceso que permita establecer el estado actual de las actividades de desarrollo al interior de las organizaciones.

Sin embargo se ha observado que aún y cuando existen varias propuestas para gestión del conocimiento y mejora de procesos basadas en esta actividad, esta debe ser llevada a cabo por un experto, de tal manera que el costo por la contratación de un auditor o consultor es elevado y por lo tanto las empresas en muchas ocasiones no están dispuestas a absorber dicho costo. De igual manera existen otros factores como la resistencia al cambio que provocan que el desarrollo se estanque o no se sigan los procesos propuestos por el consultor de manera que el desarrollo en muchas ocasiones, sigue siendo tradicional y basado en los llamados expertos de los equipos de desarrollo en una organización [83]. En consecuencia se puede afirmar que las organizaciones son vulnerables a la entrada y salida de personal pues cuando una de estos individuos deja la organización se lleva consigo todo el conocimiento acerca de los procesos que se llevan a cabo y debido a esto las organizaciones retrasan sus actividades por la falta de la formalización del conocimiento tácito existente en estas.

A pesar de que en la actualidad existen herramientas de software para dar soporte a la implementación de mejoras, adopción de estándares o modelos de calidad de software y como ya se dijo, existen un sinnúmero de metodologías para gestión del conocimiento en las organizaciones [84], no se detecta una herramienta de software que provea el soporte necesario para la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones.

Por lo tanto, surge la necesidad de desarrollar una herramienta que apoye la extracción del conocimiento tácito para formalizar los procesos que se llevan a cabo en la organización y en base a esto emprender las mejoras necesarias.

## **1.2.2 Objetivos generales y específicos.**

En esta sección se presentan el objetivo general y los objetivos específicos que se definen para el desarrollo de este trabajo de tesis.

### **1.2.2.1 Objetivo general**

Desarrollar una herramienta Web que permita dar soporte a la extracción del conocimiento tácito de la organización, en base a la propuesta para dicha actividad realizada por Muñoz y Mejía para formalizar los procesos dentro de las organizaciones y mediante esa formalización realizar las mejoras de proceso necesarias.

### **1.2.2.2 Objetivos específicos**

Los objetivos específicos permitirán el establecimiento de los elementos con los que debe contar la herramienta, por lo tanto dichos objetivos son:

- Analizar el estado de la práctica acerca de la literatura existente sobre metodologías y herramientas similares a las de la propuesta de tesis que se presenta en este documento para tener una visión concreta del estado actual del tema de investigación y obtener ideas que fortalezcan el desarrollo de la herramienta.



- Analizar y seleccionar los métodos propuestos para la gestión y extracción del conocimiento en las organizaciones.
- Definir las actividades con las que la herramienta debe incluir para la correcta extracción del conocimiento tácito.
- Desarrollar una herramienta Web de apoyo para la extracción automatizada del conocimiento tácito de las organizaciones.
- Publicar al menos un artículo para difundir los resultados obtenidos a lo largo del desarrollo de la herramienta.
- Desarrollar un caso práctico para comprobar la generación y evaluación de los contratos.
- Desarrollar un api que permita capturar los conceptos de proceso generales y almacene esta información en un archivo XML. Para en un futuro dado introducir el archivo a un modelo ontológico que pueda sugerir el camino más viable hacia la adopción de un estándar o modelo de calidad.

### 1.3 Justificación

La mejora de procesos en las organizaciones de desarrollo de software es un factor indispensable para adquirir competitividad en un mercado global y que exige productos de calidad. En este ámbito la calidad de los productos de software está directamente relacionada con la calidad de los procesos. Sin embargo, un hecho que se ha detectado en las organizaciones es que no se tienen establecidos o formalizados los procesos que se llevan a cabo para el desarrollo, sin un proceso bien definido es difícil o prácticamente imposible implementar mejoras de procesos o adopciones de modelos o estándares de calidad. Pero... ¿Cuál es la causa de que no se tengan establecidos o formalizados los procesos? Indiscutiblemente que esta pregunta tiene una respuesta, carencias en la gestión del conocimiento en las organizaciones, lo que conlleva a una falta de consenso grave, pues evita el correcto flujo de información al interior de la organización.

Actualmente tal y como lo mencionan Bjornson y Dingsoyr [85], debido a la naturaleza intangible del software, el conocimiento representa una base fundamental en las organizaciones de software y su principal activo es el conocimiento sobre los procesos que posee cada uno de los empleados que en ellas laboran [85].

Por otra parte, tal y como lo afirma Davenport [86], la gestión del conocimiento es el medio para compartir, distribuir, crear, capturar y entender las lecciones aprendidas durante los proyectos de toda la organización.

Para permitir el correcto flujo del conocimiento dentro de la organización según Hanssen [87], se deben tomar en cuenta dos aspectos esenciales:

- La codificación o formalización: Consiste en sistematizar, almacenar y poner a disposición de todas las personas el conocimiento de la organización, el



aprendizaje adquirido mediante la experiencia en los proyectos, éxitos, fracasos y lecciones aprendidas.

- Personalización: Consiste en centralizar y almacenar el conocimiento de los expertos de una compañía de manera formal. De manera que haciendo una analogía, se pueda decir, que tal y como una persona que desconoce un número telefónico puede ir a la sección amarilla para consultarlo, cualquier persona de la organización pueda acudir a esa fuente de información (Procesos formalizados con la herramienta) acerca del conocimiento de la organización y sus procesos, para saber qué actividades se deben realizar en cada proceso.

Sin embargo, en este contexto surge una problemática sobre el correcto flujo del conocimiento en las organizaciones, se debe tomar en cuenta que aún y cuando los individuos trabajan en las organizaciones de software en equipos, no siempre se comparte la información sobre los procesos y actividades que realizan. Es decir, el que dos personas trabajen juntas, no significa que compartan de manera amplia la información o el conocimiento que posean, esto conlleva general a la existencia del conocimiento tácito en las organizaciones, el cuál engloba prácticas muy importantes de los procesos de las cuales se pueden mencionar algunas como:

- Integración de los equipos de trabajo.
- Administración de proyectos, roles y responsabilidades.
- Administración del proceso de desarrollo y mantenimiento.
- Relaciones entre proyecto y equipos.
- Establecimiento de prioridades.
- Trato al cliente.
- Presupuestos.
- Lecciones aprendidas de otros proyectos.
- Preparación de reportes
- Supervisión y asuntos del personal.
- Revisión y validación de los productos.

Dado que este conocimiento es muchas de las veces poseído por solo un/unos individuo(s) y se adquiere a través de la experiencia, no se tiene el cuidado de formalizarlo o codificarlo lo cual representa un alto riesgo para las organizaciones que sin darse cuenta crean dependencia de sus expertos [29] y cuando estos llegan a partir, se genera un caos por el desconocimiento del cómo hacer las cosas.

En respuesta a esta problemática varios métodos han sido propuestos, entre ellos destacan las Fábricas de Software de Basili [22], la herramienta Base de experiencia [20]. Una de estas propuestas, es la metodología MIGME-RRC [23], que se enfoca en la reducción de la resistencia al cambio mediante la extracción del conocimiento tácito de las

organizaciones, propuesta por Muñoz y Mejía [23], esta metodología, sirve como base para la investigación y desarrollo a los que esta tesis hace referencia y de la cual se realiza una amplia descripción en el capítulo 3. Si bien existen muchas opciones en cuanto a metodologías se refiere para administración del conocimiento y la extracción del conocimiento tácito, en el estudio no se detecta una herramienta de software eficiente que permita automatizar y de soporte a dichas metodologías, en cambio solo se detectan repositorios de información que no favorecen de manera precisa la formalización del conocimiento tácito.

Lo que se pretende en esta propuesta, es desarrollar una herramienta Web que permita extraer el conocimiento tácito de las organizaciones con la finalidad de formalizar las actividades que se llevan a cabo y permita que la misma organización establezca y visualice la formalización de este conocimiento en procesos. Además de visualizar el estado de sus procesos, la organización tendrá la posibilidad de reconocer sus carencias y sobre todo crear consciencia de la necesidad de la implementación de mejoras, lo cual permitirá enfocar los esfuerzos de mejora dentro de las organizaciones y poder establecer el mejor camino para la adopción de un estándar o modelo de calidad. Como resultado, esta herramienta ayudará a disminuir la resistencia al cambio, evitar la falta de calidad en los procesos y productos de software por falta de presupuesto y fomentar una cultura de la calidad al interior de la organización, así como el compartir la información de los procesos a todos los niveles de la organización.

## Capítulo 2 Estado de la práctica

En este capítulo se presenta el estado del arte, para establecer el estado actual de la investigación acerca de la extracción del conocimiento tácito en las organizaciones de desarrollo de software. En primera instancia, se describe la implementación del protocolo de la revisión sistemática de literatura para encontrar estudios y herramientas similares al tema de la investigación que esta tesis hace referencia. Además, se presenta una comparativa de los resultados más relevantes detectados en este capítulo.

### 2.1 Revisión sistemática de literatura.

En este punto se detalla la implementación del protocolo de la revisión sistemática de literatura para la identificación de estudios primarios sobre el tema de investigación.

Una revisión sistemática de literatura permite la identificación, análisis, interpretación, evaluación y síntesis de todas las investigaciones existentes y relevantes acerca de un tema en particular. El objetivo principal de una revisión de este tipo es el recabar una cantidad suficiente de resultados reales sobre el tema de investigación, para poder establecer la base de información del estudio [72].

La revisión sistemática de literatura que se emprendió para este trabajo de tesis, está basada en el protocolo propuesto por Barbara Kitchenham [85, 86] para revisiones sistemáticas en ingeniería del software. Para realizar la revisión sistemática se utilizó la herramienta para la automatización de este protocolo propuesta por Mejía, Muñoz, Uribe, Márquez, Uribe y Valtierra [90]. A la par de la revisión, se realizó una búsqueda manual en las principales fuentes de información del área de la ingeniería del Software y la computación.

#### 2.1.1 Fases de la revisión sistemática.

El protocolo propuesto por Kitchenham [91], involucra tres fases principales las cuales fueron llevadas a cabo una a una para detectar los posibles estudios similares. Las fases involucradas en el protocolo se describen a continuación:

- **Planificación de la revisión:** en esta fase se establecen:
  - a. Los objetivos de investigación y se define un protocolo de revisión.
  - b. En el protocolo se conforma una pregunta de investigación y los métodos que se utilizan para la ejecutar la revisión.
- **Desarrollo de la revisión:** En esta fase se realizan las siguientes actividades:
  - a. Implementación de las búsquedas de información.
  - b. Identificación de los estudios primarios.

- c. Selección y evaluación de los estudios tomando en cuenta los criterios de inclusión y exclusión establecidos en el protocolo de la revisión.
- d. Extracción y monitoreo de datos y síntesis de datos.
- **Reporte de la revisión:** En esta fase se realizan las siguientes actividades:
  - a. Publicar los resultados.
  - b. Pueden extraer y sintetizar datos estadísticos o análisis cuantitativos.

## **2.1.2 Fase de Planificación de la revisión sistemática de literatura.**

A continuación se describen las actividades llevadas a cabo en la fase de planificación de la revisión sistemática, en esta fase se estableció el objetivo principal, se realizó la formulación de la pregunta de investigación y la selección de las fuentes de búsqueda.

### **2.1.2.1 Definición del objetivo principal.**

En esta actividad se detectó que existe la necesidad de sustentar la importancia de la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones, así como también estudios sobre la gestión del conocimiento enfocado a la mejora de procesos en el área de la ingeniería en software.

De esta manera el objetivo principal de la revisión sistemática de literatura, es encontrar estudios e investigaciones relativos a la gestión del conocimiento en las organizaciones de software, la importancia del conocimiento tácito en la mejora de procesos y la extracción del conocimiento tácito en las organizaciones de desarrollo de software.

### **2.1.2.2 Formulación de la pregunta de investigación.**

De acuerdo al tema de investigación de esta tesis se consideraron las siguientes cuestiones para poder obtener las palabras claves y con ellas conformar la pregunta de investigación:

- ¿Cuál es la importancia de la gestión del conocimiento en organizaciones de Software?
- ¿Cómo está clasificado el conocimiento en el ámbito de las organizaciones de Software?
- ¿Cuál es la relevancia del conocimiento tácito en las organizaciones de software?
- ¿Cuáles son las iniciativas o metodologías que han sido llevadas a cabo para formalizar el conocimiento en las organizaciones de desarrollo de software?
- ¿Cuáles son los principales problemas de la gestión del conocimiento?
- ¿Cuáles son las herramientas que soportan la extracción del conocimiento tácito en organizaciones de software?
- ¿Cuáles son las herramientas que soportan la gestión del conocimiento en el área de software?

En consecuencia, de estas cuestiones se obtuvieron palabras clave que permiten definir la(s) pregunta(s) central(es) de la investigación, las palabras clave que se detectaron se observan en la Tabla 2.1:

**Tabla 2.1. Palabras clave.**

Iniciatives	Methodology	Management
Extraction	Knowledgre	Tools
Tacit	Development	Organizations
Software	Improvement	Process

Con estos términos y en combinación de los conectores lógicos “AND” y “OR” se constituyeron 3 cadenas de búsqueda que son:

- “tacit knowledge” AND (importance) and (software process improvement) AND (organizations OR enterprises OR companies))
- “knowledge” AND (management OR extraction) AND (software AND (organizations OR enterprises OR companies)) AND (initiatives) AND (SPI).
- (tacit knowledge OR knowledge) AND (methodology AND (management OR extraction)) AND (software AND (organizations OR enterprises OR companies)).

De esta manera, se definieron los resultados esperados al finalizar la revisión sistemática los cuales son:

- El impacto de la gestión del conocimiento tácito en la mejora de procesos de la organización.
- Detección de herramientas para la gestión del conocimiento o la extracción del conocimiento tácito en las organizaciones.
- La identificación de la problemática que se relaciona con la gestión del conocimiento tácito en las organizaciones.
- Un conjunto de metodologías para gestión del conocimiento o extracción del conocimiento tácito en las organizaciones de desarrollo de software.
- Establecer la relación que tiene la gestión del conocimiento tácito con la mejora de procesos de desarrollo de software.

### **2.1.2.3 Métodos de búsqueda.**

Como parte de la fase de planificación se especificaron los métodos de búsqueda de información. De esta manera, se definió que se implementarían dos tipos de búsqueda, la manual o tradicional. La búsqueda manual, consiste en introducir las cadenas de búsqueda en una fuente de confianza para los hallazgos de información lo que implica tener derechos de acceso a las

principales bibliotecas digitales y consumir una cantidad considerable de tiempo para dicha actividad. La segunda opción consiste en utilizar la herramienta para la automatización del protocolo de la revisión sistemática que permite ejecutar aún más rápidas las búsquedas mediante motores que se conectan a las principales bibliotecas digitales y permiten descargar desde la misma herramienta los artículos de investigación y obtener la información, la herramienta se describe a continuación.

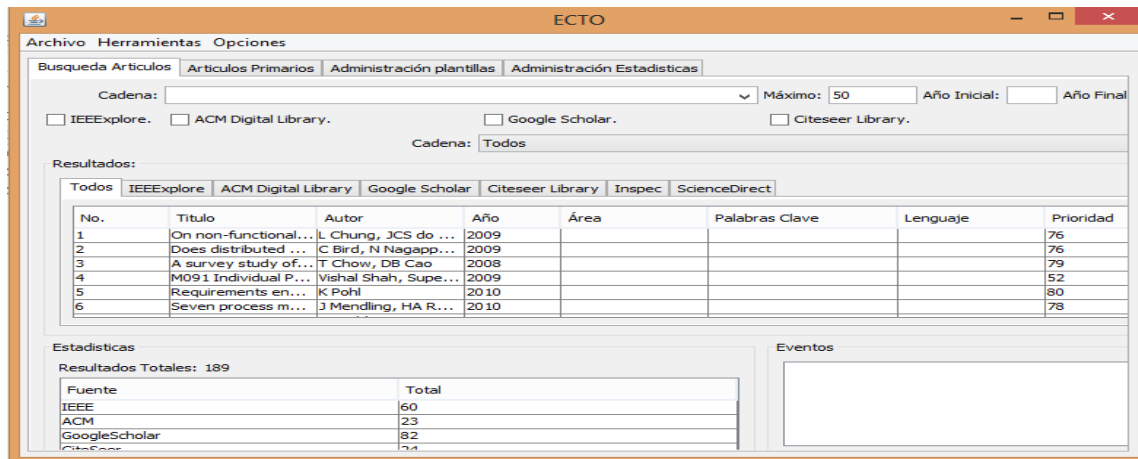
#### **2.1.2.4 Herramienta para automatización del protocolo de la revisión sistemática.**

Esta herramienta permite automatizar las fases de realización del protocolo de la revisión sistemática, los módulos que la conforman se explican a continuación:

##### **2.1.2.4.1 Soporte a la planificación de la revisión**

La herramienta cubre esta fase del protocolo mediante los siguientes módulos (Figura 2.1):

- Módulo de creación de un proyecto
- Módulo de búsqueda de artículos.
- Selección de fuentes de búsqueda de estudios y establecer los criterios de selección de estudios primarios y secundarios
- Bibliotecas Digitales: este módulo incrustado en la pantalla de búsqueda permite la selección y la extracción de estudios de las siguientes fuentes:
  - IEEXplore,
  - ACM Digital Library,
  - Citeseer Library.
- El criterio de selección de estudios y proceso de selección de estudios.  
El sistema favorece la selección de estudios, y considera los siguientes factores:
  - Año de publicación,
  - Incidencia de autores en el tema de investigación,
  - Incidencia de palabras clave dentro del resumen de cada documento.



**Figura 2.1. Principales Módulos de la Herramienta para la Automatización del Protocolo de la Revisión Sistemática.**

#### 2.1.2.4.2 Soporte al desarrollo de la revisión

La herramienta soporta la implementación de la segunda fase mediante un conjunto de módulos que realizan las actividades requeridas y que se describen a continuación:

- Número máximo de estudios a buscar por biblioteca. se establece un máximo de estudios ordenados por prioridad que se buscaran y mostraran en cada librería.
- Ejecución de la búsqueda. Se introduce la cadena de búsqueda, se elige un máximo de estudios y las fuentes para extracción de los estudios, un botón que inicia la búsqueda en las fuentes seleccionadas este botón también permite detener una búsqueda e iniciar una nueva con distintos parámetros.

De la misma manera es posible evaluar la calidad y revisión de los estudios seleccionados mediante la observación del abstract y en base a la prioridad que automáticamente se asigna y los almacena mediante el módulo de administración de artículos primario.

#### 2.1.2.4.3 Soporte al reporte de la revisión

La herramienta permite la creación de documentos de extracción de datos y ejecución de la extracción mediante la creación y administración de plantillas y gráficas estandarizadas para reportar la información de estudios además de incluir un sistema de referencias en diferentes formatos entre los que se encuentran: IEEE, AMERICAN MEDICAL ASOCIATION (AMA), Harvard Reference format 1 (autor-fecha), Nature y American Sociological Association.

### 2.1.2.5 Selección de fuentes.

Para la obtención de artículos relevantes e investigaciones relacionadas al tema de investigación, se eligieron fuentes formales constituidas en su mayoría por bibliotecas digitales, tomando en cuenta que cada motor de búsqueda es diferente las cadenas de búsqueda se tuvieron que adaptar a cada motor, las bibliotecas elegidas como fuentes de información fueron:

- IEEE Xplore Digital Library.
- Citeseer
- ACM Digital Librery.
- SpringerLink.
- Science Direct

### 2.1.3 Fase de desarrollo de la revisión sistemática de literatura.

A continuación se describe el desarrollo de la revisión sistemática, en esta fase se realizaron las búsquedas, la identificación y selección de artículos primarios, y la extracción y monitoreo de datos. Tal y como se había planteado en la planificación los métodos de búsqueda, fueron dos, los mismos se describen a continuación.

#### 2.1.3.1 Implementación de búsqueda de información manual o tradicional.

Con las cadenas ya conformadas estas se introdujeron en cada uno de los motores de búsqueda de las fuentes (Bibliotecas digitales), y se tuvieron que adaptar las cadenas de búsqueda al motor de cada biblioteca digital para delimitar el número de resultados, los resultados por biblioteca se muestran en la Tabla 2.2.

**Tabla 2.2. Resultados de la búsqueda tradicional.**

	IEEE	ACM	SpringerLink	CiteSeer	ScienceDirect
Cadena 1	64134	408578	5758	27	27
Cadena 2	234	2201	9268	2857	352
Cadena 3	7	23	368	47095	199

#### 2.1.3.2 Implementación de búsqueda de información mediante la herramienta de software.

Para reforzar la búsqueda de información se utilizó la herramienta propuesta en [90], que automatiza las fases de a revisión sistemática, para delimitar las búsquedas y de acuerdo a los criterios de selección que permite la herramienta se seleccionó la opción de búsqueda de sólo 50 artículos por biblioteca digital, las bibliotecas digitales elegidas fueron IEEE Xplore, ACM



Digital Library y Citeseer, los resultados obtenidos con la herramienta se describen a continuación en la Tabla 2.3:

**Tabla 2.3. Resultados de la búsqueda con la herramienta para la automatización del protocolo de la revisión sistemática**

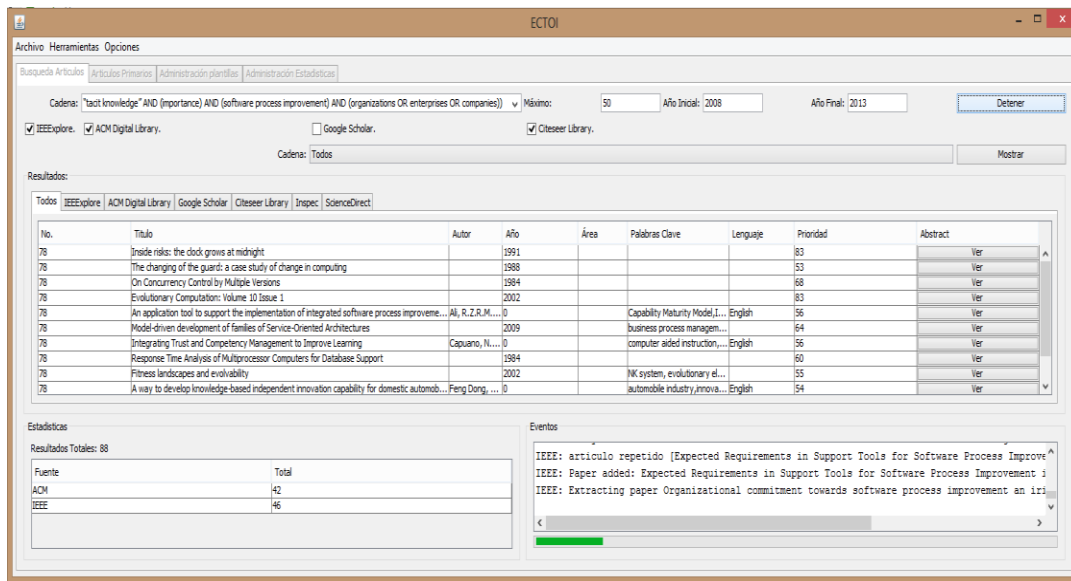
	IEEE	ACM	CiteSeer
Cadena 1	41507	413272	0
Cadena 2	21966	2264916	0
Cadena 3	41890	2264916	114

Con la búsqueda realizada con la cadena 1, la biblioteca Citeseer no proporcionó ningún resultado, la búsqueda en IEEExplore arrojó un total de 41507 resultados y en ACM Digital Library permitió detectar 413272, por el gran número de resultados, tal y como ya se había mencionado, se acortó la búsqueda a sólo 50 resultados por cada biblioteca digital, de estos se extrajeron 70, se revisó el resumen de cada artículo de investigación y en base a la prioridad que establece la herramienta se seleccionaron 30 de los 70 artículos que se pudieron extraer con la herramienta como importantes para la obtención de información importante para la realización de esta tesis.

Con la cadena 2, la biblioteca Citeseer no proporcionó ningún resultado, la búsqueda en IEEExplore arrojó un total de 21966 resultados y en ACM Digital Library permitió detectar 2264916, tal y como se hizo con la cadena 1, se acortó la búsqueda a sólo 50 resultados por cada biblioteca digital, de estos se extrajeron 91, se revisó el resumen de cada artículo de investigación y en base a la prioridad que establece la herramienta se seleccionaron 30 de los 70 artículos que se pudieron extraer con la herramienta como importantes para la obtención de información importante para la realización de esta tesis.

La cadena 3 permitió encontrar los siguientes resultados: La biblioteca Citeseer proporcionó 114 resultados, la búsqueda en IEEEXplore arrojó un total de 41890 resultados y en ACM Digital Library permitió detectar 2264916, por el gran número de resultados. Para reducir el espectro de búsqueda de resultados, se acortó la búsqueda a sólo 50 resultados por cada biblioteca digital, de estos se extrajeron 150 artículos, se revisó el resumen de cada artículo de investigación y en base a la prioridad que establece la herramienta se seleccionaron 30 de los 150 artículos que se pudieron extraer con la herramienta como importantes para la obtención de información importante para la realización de esta tesis.

La Figura 2.2, muestra un ejemplo de la implementación de búsquedas con la herramienta para la automatización del protocolo de la revisión sistemática.



**Figura 2.2. Implementación de la revisión sistemática mediante la herramienta para automatización del protocolo de la revisión sistemática.**

## 2.2 Trabajos relacionados

En esta sección se presenta el análisis de diversas herramientas tecnológicas y trabajos de investigación de interés que están relacionadas con este proyecto.

Como introducción a esta sección y para resaltar la importancia del conocimiento en relación a la calidad de los procesos y los productos, el estudio presentado por Steen en [16], se analiza la implicación directa que tiene el conocimiento tácito tanto con los procesos como con los productos. En este estudio es de notarse, cómo de manera expresa en la ingeniería del software, se le ha venido dando poca importancia a este conocimiento que según el autor es básico para poder realizar mejoras tanto al desempeño individual como al proceso general de la organización. Por lo tanto, se propone un marco para obtención de la relación del conocimiento tácito con la calidad de los productos. El marco se compone de una serie de entrevistas conformadas por preguntas enfocadas a la calidad y el conocimiento de los procesos adquiridos mediante la experiencia en proyectos anteriores en una organización de desarrollo y finalmente concluye con la aserción de que la calidad de productos, proceso y el conocimiento tácito, están sumamente ligados. Un problema que detectan es que el marco solo se basa en la extracción el conocimiento mediante entrevistas y no existe una forma de codificarlo o formalizarlo de tal manera que sea general y todos los miembros de la organización puedan acceder a él. Esto último de cierta forma, sirve para cimentar la teoría que propone esta tesis al realizar la formalización del conocimiento tácito en procesos formales de desarrollo mediante la herramienta de software que se propone. Para su mayor comprensión los trabajos similares se

dividen en metodologías para la extracción del conocimiento en las organizaciones y herramientas que favorezcan esta actividad.

### **2.2.1 Metodologías para la extracción del conocimiento tácito**

Un estudio realizado por Aurum, Daneshgar y Ward [19], demuestra que actualmente el conocimiento tácito funge como base de los procesos de desarrollo. En este estudio realizado sobre diversos proyectos de organizaciones de software de Australia, los autores proponen un marco de trabajo, para extracción y difusión del conocimiento entre el personal de las organizaciones que participan en el proyecto de investigación. En este estudio, se hace énfasis en tres componentes principales, éstos son: En primer lugar los habilitadores de gestión del conocimiento, entre los que figuran, la tecnología, la mediciones de proceso, la cultura y el liderazgo, es decir, son aquellos factores que influyen en la creación y adopción de conocimiento en proyectos, procesos y en el organización. En segundo lugar, se encuentran las actividades de administración de conocimiento, entre estas se citan la identificación, la adquisición, la creación y la organización del conocimiento. Finalmente se especifican los medios para adquisición y transmisión del conocimiento, en este rubro se encuentran, las redes personales, las comunidades de práctica, las rutinas y prácticas organizacionales, los sistemas de administración de documentación, sistemas expertos, entrenamiento, nuevos mercados. De esta manera, se aplica el marco de trabajo en 2 organizaciones para evaluar los resultados mediante una serie de entrevistas basadas en cuestionarios y de las cuales se graba el audio y llegan a la conclusión de que el conocimiento que utilizan las organizaciones en una de estas organizaciones es tácito, difícil de almacenar y de formalizar; en este estudio, no se detectan herramientas eficientes que favorezcan la captura y formalización del conocimiento tácito dentro de las organizaciones.

Faegri, Dyba y Dingsoyr [17], proponen un enfoque de rotación de trabajo en las organizaciones. En base a la definición de conocimiento implícito y conocimiento tácito, los autores analizan la redundancia del conocimiento en la organización y detectan que la problemática en la transmisión del conocimiento, es debido a la falta de redundancia y la no formalización del conocimiento tácito. Uno de sus objetivos principales es desarrollar un método para que desarrolladores y los involucrados en proyectos de software compartan su conocimiento y experiencias. Basados en un experimento científico con una duración de 18 semanas, con un grupo conformado por 9 desarrolladores quienes rotaban sus funciones a la atención al cliente, se pudieron recolectar datos de juntas, entrevistas y registros de soporte al cliente. Como resultado se consiguió un incremento en la transmisión del conocimiento, sin embargo, no se detectó que el avance sea el suficiente para justificar que la rotación de trabajos sea la solución para compartir el conocimiento tácito existente en la organización y el método fue abandonado, una característica a resaltar es que no se propone una herramienta de software que soporte dicho método para la extracción y transmisión del conocimiento tácito en la organización.

Knowledge Capture (KC por sus siglas en inglés) o captura de conocimiento, es una investigación realizada por Pek, Land, Aurum y Handzic [18], y consiste en un marco de trabajo conceptual que intenta capturar el conocimiento tácito en las organizaciones de software. El marco de trabajo tiene dos funciones principales como objetivo general la captura de conocimiento y la organización de conocimiento, enfatizando que la captura de conocimiento es un proceso de aprendizaje continuo. En consecuencia, la captura de conocimiento se define como la extracción del conocimiento tácito de los individuos que colaboran en los proyectos de una organización. Para la captura de conocimiento se proponen diferentes técnicas, pero se puntualiza que cada caso es diferente y se deben seleccionar las técnicas de acuerdo a la situación particular de cada proyecto de extracción del conocimiento, así también, se debe considerar que algunas técnicas funcionan mejor para extracción de conocimiento individual y otras para la extracción de conocimiento en grupo. Entre las técnicas propuestas se encuentran entrevistas, protocolos de análisis, técnicas de elicitación mediante sistemas expertos, tormenta de ideas, juntas de inspección de software, historias de lecciones aprendidas, sistemas al soporte de grupos (GSS, por sus siglas en inglés) y elicitación de conocimiento basado en eventos. Cuando se captura el conocimiento, éste es ya explícito, sin embargo, de acuerdo a los autores carece de un orden y estructura, debido a esto, se propone una fase adicional de organización del conocimiento que se basa principalmente en los siguientes métodos de análisis y formalización del conocimiento capturado: Transcripciones de audios o videos a formatos escritos (Se considera una tarea tediosa), resúmenes de los principales puntos de los datos transcritos, codificación mediante símbolos de los datos detectados (Si bien se hace énfasis en que existen varios esquemas para codificación y análisis de los procesos detectados). Este marco de trabajo menciona que se puede recurrir a herramientas de software para la extracción del conocimiento tácito como una posible técnica de recopilación de información. Sin embargo, no presenta el desarrollo ni la recomendación de una herramienta de software específica para esta actividad.

Una aportación importante es la realizada por Victor Basili y su planteamiento de las organizaciones como fábricas de experiencia (Experience Factory Organization as, EFO por sus siglas en inglés [22], este planteamiento propone que las organizaciones de software implementen mejoras en sus procesos y desempeño, mediante la experiencia de proyectos previos. El paradigma propone la implementación mediante dos organizaciones, en primer lugar la organización de proyectos, la cual usa experiencia acumulada y segundo lugar, la fábrica de experiencia que apoya el desarrollo de software mediante la provisión de experiencia. La fábrica de experiencia sintetiza todos los tipos de experiencia incluyendo lecciones aprendidas, datos de proyectos y reportes tecnológicos y provee repositorios de servicios, asimismo, emplea diversos métodos para para acumular la experiencia, incluyendo diseño de medidas de varios procesos de software y características de productos para después construir modelos de esas características que describen el comportamiento en diferentes contextos. Los modelos de datos

a su vez surgen de proyectos de desarrollo por medio de las personas, documentación y soporte automatizado. Sin embargo para utilizar EFO las organizaciones deben cambiar la forma en que realizan su trabajo es decir deben realizar un cambio en la cultura organizacional, asimismo las organizaciones deben creer que la mejor forma para solucionar problemas es el uso de proyectos exitosos y lecciones aprendidas anteriores. Así las características que una EFO debe seguir son:

Almacenar la experiencia mediante el análisis, síntesis y evaluación de experiencia “cruda” y en base a esta construir modelos que representan abstracciones de esa experiencia.

Mantener una base de experiencia o repositorio de datos, modelos de experiencia y otras formas de conocimiento y experiencia.

Suportar los proyectos mediante la identificación y uso de apropiadas experiencias adecuadas a cada situación.

Sin embargo esto es un modelo enfocado al diseño de organizaciones basadas en el aprendizaje continuo y se mencionan las herramientas sólo como un medio para la extracción y almacenamiento de conocimiento, pero ninguna en específico.

### **2.2.2 Herramientas para la extracción del conocimiento tácito**

Schneider, von Hunnius y Basili [20], presentan una herramienta interesante enfocada a capturar el conocimiento en una organización. En un caso de estudio realizado en la organización DiamleChrysler Research Center, específicamente en su unidad dedicada al desarrollo de software llamada Software Experience Center Project, se realizó la implementación de una herramienta web basada en HTML, con el fin de capturar la experiencia y habilidades adquiridas durante los proyectos considerados de éxito con la intención de crear una base de conocimiento que pudiese servir para utilizar dicha experiencia en proyectos posteriores. La herramienta describía los procesos y sus elementos tales como entrenamiento, experiencias, listas de revisión, preguntas frecuentes y emails de expertos. Esta herramienta fue llamada la base de experiencia y contenía todos los tópicos referentes a un proceso específico, tal como inspecciones de software, administración de riesgos de software, ingeniería de requerimientos entre otros. La herramienta pretendió funcionar como el almacenamiento persistente de experiencias organizadas sobre un proceso de software, ofrecía contacto vía e-mail y los involucrados en el proyecto estaban obligados a proveer retroalimentación, sin embargo no proveía automatización, simplemente era una herramienta de captura de información y la documentación referente a la experiencia se hacía a mano. El punto clave a resaltar en esta iniciativa por la captura del conocimiento tácito de la información reside en la conclusión de que nuevamente, la resistencia al cambio, jugó un papel crítico pues los líderes de proyectos dentro de la organización, tal y como lo comentan los autores, se resistieron a capturar su información en un principio y no capturaron absolutamente nada respecto a la

experiencia que tenían, con el pretexto de que la captura de información tomaba tiempo. Sin embargo, al paso del tiempo el personal comenzó a utilizar la herramienta y en un periodo de 3 años se pudo conseguir con la base de conocimiento una mejora en el proceso de administración de riesgos. Por lo tanto, se estableció que la mejora de procesos de software significa un cambio de pensamiento a nivel cultural que emerge desde las personas a la organización. De esta manera queda constatado que aún y cuando se provea a una organización de herramientas para el soporte o bases de conocimiento para mejoras de procesos y gestión del conocimiento, la reactividad en el personal sigue siendo clave y un asunto de cultura organizacional [20]. De 3 grupos a los que se les había asignado el uso de la herramienta 1 reportó en un periodo de 3 años la mejora de un proceso, en los otros dos casos se tuvieron que proponer estrategias para tratar de que se usara adecuadamente la herramienta, sin embargo no se detectan cambios significativos. La herramienta solo fungía como una guía para los procesos y una base o instrumento de captura de experiencia, se menciona su uso en proyectos posteriores pero no a detalle y solo dentro de la misma organización, no se menciona su implementación en otras organizaciones. Los autores hacen un énfasis al final de su investigación en que antes de implementar cualquier cambio se deben evaluar los posibles riesgos referentes a la cultura organizacional.

Un trabajo relevante en el área de la investigación de la extracción del conocimiento tácito y su importancia en relación con la mejora de procesos de software (Software Process Improvement, SPI, por sus siglas en inglés), es el realizado por Alagarsamy, Justus e Iyacutti [21]. En su investigación delimitan y proveen las bases sobre las cuáles se debe desarrollar una herramienta de gestión del conocimiento enfocada a la mejora de procesos de software. Los autores establecen que no existen suficientes herramientas para soportar la gestión del conocimiento y no se encuentran herramientas específicas para soportar la mejora de procesos de software basadas en la extracción del conocimiento tácito. Para definir la estructura de la herramienta comienzan estableciendo el significado del conocimiento y sentando la base de su investigación sobre una frase: “*Conocimiento es lo que yo sé*”, citando las palabras de Wilson. Enseguida realizan un análisis basado en el modelo CMMI para definir como impactaría de acuerdo a este modelo la herramienta de conocimiento enfocada a la mejora de procesos de software. En la investigación, identifican en CMMI cuatro áreas de proceso principales las cuales son Entrenamiento de la Organización (OT por sus siglas en inglés), Soluciones técnicas (TS, por sus siglas en inglés), Resolución análisis y decisión (DAR, por sus siglas en inglés) y finalmente Desempeño de proceso organizacional (OPP, por sus siglas en inglés) que son gobernados por actividades de gestión del conocimiento como son, adquisición, representación, compartición y despliegue. Basada en estas primicias una herramienta de software debe ofrecer para las organizaciones:

Módulos de Gestión de documentos, que se refiere a obtener la información de diversas fuentes como experiencias capturar contenidos mediante un sistema web, escaneo de documentos, etc. En consecuencia, la herramienta debe extraer la información mediante



diferentes técnicas como minería de datos, y almacenarla en una base de conocimiento. Este conocimiento deberá ser puesto a disposición de los usuarios del conocimiento en la organización.

Módulo de gestión de la competencia, este módulo se refiere a la captura de conocimiento tácito técnico y se considera un módulo basé. En el caso de proyectos donde se utilicen nuevas tecnologías de desarrollo en la organización, se deberá acudir a aquellos que tengan el conocimiento de esa tecnología dentro de la organización para hacerlo general. Por lo tanto, se debe considerar un módulo que contenga las anteriores características, que capture la información de los desarrolladores, clientes, vendedores, involucrados proyectos y sus mejores prácticas, para detectar quién tiene el conocimiento en la organización e implementar capacitaciones a los demás individuos de la organización.

Módulo de descubrimiento del conocimiento, este módulo se refiere principalmente a la realización de análisis y formalización mediante codificación de la información contenida en la base de datos de conocimiento.

Módulo de medidas del desempeño, este módulo se basa principalmente en la premisa de que la organizaciones constantemente deben realizar mejora de procesos continuamente y en cualquier momento, por lo que se define que un sistema de gestión de conocimiento enfocado a la mejora de procesos de software debe contener un módulo de estas características para medir el nivel de madurez de los procesos que se llevan a cabo. La investigación finaliza con la recomendación de que se siga la línea marcada por los autores, como una guía para el desarrollo de una herramienta de gestión del conocimiento enfocado a la mejora de procesos de software, ellos no habían desarrollado la herramienta al momento el artículo pero prevén realizarla e implantarla en una organización.

### 2.3 Análisis comparativo

En este apartado se realiza un análisis comparativo de los trabajos y herramientas encontrados en el estudio del estado del arte, de los cuales se describen sus autores, aportaciones, especificaciones, si cuenta con una herramienta para la extracción del conocimiento tácito y los punto principales. La Tabla 2.4, muestra el análisis comparativo con los resultados obtenidos en la investigación.

**Tabla 2.4. Análisis comparativo de los resultados.**

Autor	Aportación	Especificaciones	Herramienta	Puntos Principales
Steen [16].	Investigación.	Propuesta de metodología.	No.	Extracción del conocimiento tácito de la organización,

Autor	Aportación	Especificaciones	Herramienta	Puntos Principales
				formalización y almacenamiento en documentación.
Aurum Daneshgar Werd [19].	Investigación.	Metodología	No.	Se basa en la extracción del conocimiento tácito mediante entrevistas y documentación. Permite la formalización, el almacenamiento del conocimiento se hace mediante documentos solamente.
Schneider, Hinnius, Basili [20].	Investigación, caso de estudio y herramienta.	Metodología basada en Software Experience Center.	Base de experiencia.	El estudio presenta la metodología basada en software experience center, utiliza una base de datos que mediante una interfaz en HTML, permite almacenar la información de la experiencia (conocimiento tácito de la organización) obtenida mediante experiencias, checklists, entrevistas, preguntas frecuentes, e-mails, sin embargo solo es un repositorio que permite saber quién sabe cómo hacer las cosas en la organización, no hay automatización.
Faegri, Dyba, Dingsoyr [17].	Investigación	Metodología basada en Rotación de trabajo.	No	La metodología expone que se puede extraer el conocimiento tácito y la experiencia de la organización mediante la rotación de funciones entre el personal de desarrollo para que todos conozcan los procesos que se llevan cabo en la organización, sin embargo al final se establece que no es una solución viable.



Autor	Aportación	Especificaciones	Herramienta	Puntos Principales
Pek, Land, Aurum, Handzic [18].	Investigación	Framework	No	Extracción de conocimiento tácito de la organización, la información se obtiene mediante entrevistas, protocolos de conocimiento en grupo, sistemas expertos, tormenta de ideas y lecciones aprendidas, sin embargo no hay propuesta de una herramienta, los resultados se entregan en documentación, no existe automatización.
Alargarsamy, Justus, Iyacutti [21].	Investigación.	Guía para desarrollo de herramientas para gestión del conocimiento basada en CMMI.	No.	La investigación propone una guía para definir los módulos que una herramienta para gestión de conocimiento debe contener. Se basa principalmente en las áreas de procesos de CMMI como Soluciones Técnicas, Resolución Análisis y Decisión, Entrenamiento de la Organización y Desempeño del Proceso Organizacional, para establecer estas áreas como las básicas con la que debe cumplir una herramienta de extracción del conocimiento.
Víctor Basili [22].	Investigación	Propuesta de Organizaciones que se desempeñen como fábricas de experiencia.	No.	Se propone un esquema de acumulación de experiencia en que las organizaciones funcionen como fábricas de conocimiento sin embargo el gran reto para esta metodología es la cultura organizacional.

Como se observa en la Tabla 2.4, la mayoría de las investigaciones analizadas ofrecen el soporte metodológico ya sea para la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones o la gestión del conocimiento. Sin embargo, aunque muchas mencionan las herramientas o sistemas de software como una alternativa para la automatización de esta actividad, solo en uno de los casos se desarrolla una herramienta que solo funciona como almacenamiento de experiencias y mejores prácticas. Ésta, permite ubicar quien tiene el conocimiento dentro de la organización de los factores clave de proyectos considerados de éxito. Sin embargo, los mismos autores definen que dicha herramienta no ofrece automatización sino solo cumple la función de repositorio. De esta manera, las investigaciones solo ofrecen una serie de pasos o actividades para gestionar el conocimiento dentro de las organizaciones, si bien, todos los casos definen sus métodos de captura del conocimiento y una salida por lo regular mediante documentación de los resultados de implementación en las organizaciones [92]. Por lo tanto, se presenta la oportunidad para el desarrollo de una herramienta enfocada a la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones y la formalización de dicho conocimiento que permita visualizar el conocimiento mediante la descripción de los procesos que se llevan a cabo para el desarrollo de software.

## **2.4 Propuesta de solución**

De acuerdo a los objetivos establecidos se planteó una propuesta de solución, la selección de la tecnología que ayudó al desarrollo de la herramienta desarrolló y que permitió llevar a buen término el desarrollo de la metodología propuesta.

### **2.4.1 Planteamiento de la solución**

Hoy en día la implementación de mejoras de procesos de software se ha convertido en una necesidad para las organizaciones dedicadas a este rubro con el objetivo de mejorar la calidad de los productos que éstas ofrecen. En la industria del software como ya se ha mencionado la calidad de los productos está ligada de manera directa a la calidad los procesos. Sin embargo, se detecta que muchas organizaciones carecen de un proceso como tal, si bien realizan actividades basadas en la experiencia y conocimiento de los desarrolladores, no se tienen formalizados los procesos. De esta manera se detecta que existe la necesidad de capturar la experiencia y conocimiento del personal de las organizaciones para establecer y formalizar un proceso, este proceso debe también estar disponible para todos los individuos relacionados con los proyectos de la organización de tal manera que todos los involucrado en los proyectos conozcan y tengan bien definidas las actividades que realizan y así en base al dominio y conocimiento del proceso implementar mejoras a dicho proceso o la adopción de un estándar o modelo de calidad [93].

Lo que se propone en este trabajo de tesis, es ofrecer una herramienta que permita la automatización de la metodología propuesta por Mejía y Muñoz, que está enfocada a la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones. Se plantea como fuente de información, el conocimiento que posee el personal de la organización, y para constatar dicho conocimiento se plantea que se analicen respuestas de diferentes niveles del organigrama de la organización. El objetivo de la implementación de la metodología mediante la herramienta es crear un proceso genérico en base a la perspectiva que tiene del mismo, cada nivel de la organización. La codificación del conocimiento almacenado en la herramienta, se plantea que se lleve a cabo mediante la diagramación de los procesos detectados y la conformación en base a estos de un diagrama de proceso general. Al final se pretende que la organización obtenga un proceso que le pueda servir para enfrentar y disminuir algunos de los conceptos que representan una problemática en la implementación de mejoras de procesos y en un futuro con el desarrollo de una herramienta ontológica que se alimente de información mediante la herramienta para la extracción del conocimiento tácito de la organización, obtener la recomendación de qué modelo o estándar de calidad adoptar en la organización.

La herramienta se desarrolló para trabajar bajo un ambiente Web por lo que ofrece un ambiente amigable e intuitivo en su interfaz de usuario, con el objetivo de facilitar su uso, y de esta manera, el usuario enfoque su atención en entender cuáles son los elementos para realizar la extracción del conocimiento que él posee para capturar el conocimiento en una base de datos y proceder al análisis y formalización de los procesos.

A Continuación en el capítulo 3 se detallan la metodología, su aplicación y la plataforma, arquitectura y herramientas utilizadas en el desarrollo de la herramienta para la extracción del conocimiento tácito de la organización.



## Capítulo 3 Aplicación de la metodología

En este capítulo se presenta las actividades realizadas para lograr la herramienta para soportar la metodología para la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones, los puntos que se abordan son:

1. Descripción de la problemática.
2. Fase Exploratoria
3. Trazabilidad
4. Diseño de la Aplicación.

### 3.1 Descripción de la problemática.

El conocimiento de las Pymes acerca de los procesos que realizan para el desarrollo de sus productos y servicios es vital y representa un activo clave para la toma de decisiones en este tipo de organizaciones. Por lo tanto, se puede considerar, que la calidad de los productos está ligada de manera intrínseca a la calidad de los procesos. Sin embargo, según los estudios detectados en la revisión sistemática (Ver cap. 2), se detecta que la mayoría de Pymes de desarrollo de software trabajan en base a conocimiento tácito, no formalizado y que es solo conservado en la memoria de los expertos. Esto genera una serie de problemas entre los cuales se pueden listar:

- Alta dependencia de los expertos. De manera que cuando hay fuga de talentos, éstos se llevan el conocimiento y provocan que la organización deba iniciar nuevamente en la adquisición de un proceso o capacitación de personal.
- Desconocimiento de los procesos en los distintos niveles organizacionales.
- Resistencia al cambio. Al no tener un proceso bien definido, el personal se siente inseguro y prefiere seguir trabajando de forma artesanal.
- Costos en la implementación de mejoras de procesos de software. Cuando una organización desea implementar mejoras, tiene que contratar expertos del área de procesos, modelos o estándares de calidad, lo que genera altos costos.
- Malas planificaciones de proyectos. Al no conocer los procesos no se realizan las planificaciones adecuadas a cada proyecto, de manera que la mayoría de las veces los proyectos no se terminan a tiempo y en pocas ocasiones se terminan anticipadamente.
- Sobre y sub estimaciones de costos y presupuestos. Al desconocer los procesos, no se realiza una correcta predicción de los costos que tendrá el proyecto, se exceden o no se limitan los recursos económicos, de tiempo y de personal destinados a los proyectos.
- La percepción de que los estándares y modelos de calidad no son adecuados para la organización. Debido al desconocimiento del proceso que realizan, el personal de

estas organizaciones no se da cuenta que muchas de las actividades que exigen los modelos o estándares de calidad, ya las están llevando a cabo. Todo esto aunado a los costos de adquisición de un modelo o estándar y la capacitación que se requiere permite que estas organizaciones sean reacias a certificarse o adoptar alguno de los modelos o estándares de calidad.

En base a la problemática establecida, se detecta la necesidad de extraer el conocimiento tácito de las organizaciones de software, particularmente de los expertos que contienen ese conocimiento, convertirlo a conocimiento formalizado, explícito y distribuirlo a todos los niveles de la organización. En base a este conocimiento es posible la solución a la falta de consenso sobre el conocimiento de los distintos niveles de la organización acerca de los procesos que se llevan a cabo para el desarrollo de software, y en consecuencia la posible implementación de mejoras, la reducción de la resistencia al cambio y finalmente la posible adopción de un modelo o estándar de calidad. Con el objetivo de colaborar con las Pymes de desarrollo de software, se realizó un análisis de los resultados sobre metodologías y herramientas enfocadas en la gestión y extracción del conocimiento tácito de las organizaciones, obtenidos en la implementación de la revisión sistemática de la literatura, descrita en el capítulo 2.

En el análisis realizado se definió que la fase de primer análisis de la metodología propuesta por Muñoz y Mejía, [23], era la más factible de implementar y automatizar por las siguientes razones:

- Se enfoca en la gestión y reducción de la resistencia al cambio.
- Se basa en principios elementales de gestión del conocimiento.
- Facilidad de implementación en las organizaciones (Involucra la participación de mínimo 5 miembros de la organización).
- Reducción de costos (Permite la autoevaluación de la organización, incluso sin la necesidad de expertos).
- Favorece el establecimiento de un proceso de acuerdo a las necesidades de la organización y se basa en la información del staff de la organización.
- Permite visualizar las actividades de desarrollo que se están llevando a cabo, mediante la formalización de los procesos de acuerdo a la información que proporcionan los expertos de la organización.
- Permite estandarizar los procesos de la organización mediante la conformación de procesos genéricos, derivados de la información proporcionada por los expertos de la organización.
- Se favorece la identificación de las mejores prácticas de la organización.

### 3.2 Fase exploratoria.

La fase exploratoria consistió en la realización de la revisión sistemática de literatura descrita en el capítulo 2 de esta tesis. La revisión siguió el protocolo propuesto por Barbara Kitchenham para revisiones sistemáticas en el área de la ingeniería en software. Con la realización de la revisión sistemática se estableció el estado del arte de trabajos o estudios relativos a la investigación de esta tesis. Los factores principales de la revisión se listan a continuación a continuación:

- Definición de las preguntas de investigación.
- Detección de palabras clave.
- Definición de las cadenas de búsqueda.
- Selección de métodos de búsqueda.
- Elección de fuentes para obtención de información.
- Implementación de búsqueda de información tradicional
- Implementación de búsqueda en base a la herramienta para la automatización de las revisiones sistemáticas.
- Selección de trabajos relevantes.

Estas actividades se encuentran definidas en el capítulo 2, en esta sección se establecen solo como referencia para observar el flujo de la investigación y la aplicación de la metodología.

### 3.3 Trazabilidad.

Mediante la fase exploratoria y la revisión sistemática realizada en esa etapa para la investigación de esta tesis, se obtuvieron los estudios relevantes y las bases para el desarrollo de la herramienta. La siguiente fase de la metodología de la investigación, es la elaboración de una trazabilidad entre el método propuesto en MIGMERC, los módulos con los que la herramienta de software cubre cada uno de los pasos respecto al primer análisis que propone esta metodología.

#### 3.3.1 Selección de metodologías a analizar.

El objetivo principal de esta fase es establecer la forma en que la herramienta para dar soporte a la extracción del conocimiento tácito de la organización, satisface las fases propuestas en la metodología desarrollada por Muñoz y Mejía. De la misma manera se decidió complementar la trazabilidad mediante un mapeo hacia las fases que sugieren otras metodologías para la extracción del conocimiento tácito. Para la elección de las metodologías se tomó en cuenta:

- Desarrollo de fases similar entre las propuestas de las metodologías.

- Experiencia de los autores en el área de la gestión del conocimiento.
- Organizaciones donde se implementó la metodología.

La primera opción elegida para la trazabilidad es la sugerida por Alargarsammy, Justus e Iyacutti, quienes definen en su propuesta los módulos con los que una herramienta de software debería de contar. Tal y como se estableció en el capítulo 2, esta metodología trata de establecer los módulos que debe contener una herramienta de software que pueda soportar la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones, la herramienta satisface cuatro áreas de procesos de CMMI, entre las cuales se encuentran: Entrenamiento de la organización, Soluciones técnicas, Resolución de análisis y decisión, y finalmente Desempeño organizacional. Entre los módulos que la propuesta considera que una herramienta para la extracción del conocimiento tácito debe contar, se encuentran:

- Módulo de gestión de documentos.
- Módulo de gestión de la competencia.
- Módulo de descubrimiento del conocimiento.

La segunda opción que se eligió, es la herramienta de experiencia de software desarrollada por Shneider, von Hunnius y Basili, detectada en la fase exploratoria. Esta herramienta propone un módulo realizado en HTML para captura de experiencia y conocimiento tácito de las organizaciones. Para comprobar su fiabilidad fue realizado un caso de estudio en la compañía DaimlerChrysler Research Center, en su unidad dedicada al desarrollo de software llamada Software Experience Center Project. Para la trazabilidad se detectaron los siguientes módulos que conforma la metodología de la base de experiencia.

- Módulo de Recolección de información por medio de documentación.
- Retroalimentación de expertos vía correo electrónico.

De esta manera, se establece como la herramienta para dar soporte a la extracción del conocimiento tácito en las organizaciones, satisface las metodologías y propuestas de módulos de las herramientas de los autores ya mencionados. La Tabla 3.1, muestra la trazabilidad realizada entre la metodología MIGMERC, los módulos de la herramienta y un mapeo hacia recomendaciones realizadas por otras metodologías.



**Tabla 3.1. Trazabilidad de la herramienta con MIGMERC y las propuestas de alrgarsammy y Basili.**

Fase	MIGMERC	HECTO	Alargarsammy, Justus e Iyacutti	Base de experiencia (Schneider, von Hunnius y Basili)
Realización de entrevistas	Desarrollo del Cuestionario	Módulo de administración de cuestionarios.	Módulos de gestión de documentos.	Recolección de información por medio de documentación.
	Planificar entrevista	Módulo de administración de organizaciones. Módulo de administración de usuarios. Módulo de envío de correos electrónicos. Módulo de agenda de entrevistas. Módulo de agenda vista administrador.		
	Entrevista	Módulo de cuestionarios para la extracción del conocimiento. Módulo de cuestionarios escritos. Módulo de grabación de audio.	Módulo de Gestión de la competencia.	

<b>Fase</b>	<b>MIGMERC</b>	<b>HECTO</b>	<b>Alargarsammy, Justus e Iyacutti</b>	<b>Base de experiencia (Schneider, von Hunnius y Basili)</b>
Análisis de las entrevistas	Identificar Actividades	Módulo de análisis de los cuestionarios. Módulo de reproducción de Audio.	Módulo de descubrimiento del conocimiento	Retroalimentación de expertos, vía correo electrónico.
	Realizar Diagramas	Módulo de diagramas individuales.		
	Revisión de Diagramas por entrevistados	Encuesta de satisfacción (Limesurvey).		
Identificación de actividades genéricas.	Comparación de los diagramas.	Módulo de conformación de diagramas genéricos.	Módulo de medidas de desempeño.	
	Desarrollo de un diccionario de términos.	API de elementos de procesos de la herramienta, archivo XML.		
	Unificación del nombre de las actividades.	Módulo de conformación de diagramas genéricos.		
	Realizar diagramas genéricos.	Interfaz de Diagramas genéricos (Edición y eliminación de elementos).		
	Aprobar diagramas genéricos.	Encuesta LimeSurvey.		

### 3.4 Diseño de la aplicación

En este punto, se describen el diseño de la aplicación se incluyen: La arquitectura, las tecnologías utilizadas para el desarrollo de la herramienta para dar soporte a la extracción del conocimiento tácito en las organizaciones, la metodología para administración del ciclo de desarrollo y las actividades más relevantes que se realizaron que en conjunto resuelven la problemática planteada en el capítulo 1.

Algunas de las actividades son producto de la administración del proyecto mediante la metodología ágil *Scrum* [94], para definir la arquitectura se utilizó *Enterprise Architect* un software de modelado de arquitectura de software que permite el diagramado UML. De esta manera se muestran algunos de los artefactos generados para el análisis de requisitos, tales como los modelo de casos de uso, modelo de usuario y el modelo de navegación para el diseño de las interfaces, así como, la captura de la problemática, pila de productos y las historias de usuario tomadas de *Scrum* [94],.

#### 3.4.1 Arquitectura

En este punto se describe la arquitectura de software que se utilizó para el desarrollo de la herramienta, también, se presentan algunos diagramas para la comprensión de la funcionalidad que cada módulo de la herramienta realiza.

##### 3.4.1.1 UWE

El desarrollo de la herramienta está enfocado hacia un ambiente Web, por lo que se requirió un modelado adaptado a esta plataforma, para ello se utilizan algunos diagramas de la metodología UWE (*UML-Based Web Engineering, por sus siglas en inglés*) para el diseño de la arquitectura.

UWE es una propuesta basada en UML y en el proceso unificado para modelar aplicaciones Web. Esta propuesta está formada por una notación para especificar el dominio (basada en UML) y un modelo para llevar a cabo el desarrollo del proceso de modelado. Los sistemas adaptativos y la sistematización son dos aspectos sobre los que se enfoca UWE [95]. Además de estar considerado como una extensión del estándar UML, también se basa en otros estándares como por ejemplo: XMI como modelo de intercambio de formato, MOF para el meta-modelado, los principios de modelado de MDA, el modelo de transformación del lenguaje QVT y XML.

El modelo que propone UWE está compuesto por 6 etapas o sub-modelos:

- Modelo de Casos de Uso: modelo para capturar los requisitos del sistema.
- Modelo de Contenido: es un modelo conceptual para el desarrollo del contenido.
- Modelo de Usuario: es modelo de navegación, en el cual se incluyen modelos estáticos y modelos dinámicos.

- Modelo de estructura: en el cual se encuentra la presentación del sistema y el modelo de flujo.
- Modelo Abstracto: incluye el modelo de interfaz de usuario y el modelo de ciclo de vida del objeto.

De los modelos propuestos en UWE se consideró utilizar los modelos de casos de uso, de contenido, de navegación para el diseño de las interfaces, navegación y contenido de la herramienta a desarrollada.

### 3.4.1.2 Análisis de requisitos del sistema

De acuerdo a la metodología empleada para el desarrollo de la herramienta, la siguiente fase después de recolectar las historias de usuario se realiza el análisis de requisitos del sistema. Esta sección describe las necesidades del sistema, las cuales se reflejan en los criterios de desarrollo de la herramienta. El conjunto de estos requisitos definen los aspectos funcionales que cubre la herramienta. A continuación se presentan los artefactos generados durante el análisis de requisitos para el desarrollo de la herramienta de acuerdo a las reuniones que se realizaron con el Dr. Mejía Miranda. Dichos artefactos son algunos de los sugeridos en el diagramado de la arquitectura y en base a la metodología de gestión del proyecto *Scrum*.

Para la captura de la problemática, se utilizó la plantilla de *captura de la problemática*, en ella se describen: la problemática a resolver especificando el objetivo, alcance y limitaciones y la solución que el usuario propone, véase la Tabla 3.2.

**Tabla 3.2. Plantilla de captura de la problemática.**

<b>Información del problema a solucionar</b>	
Objetivo general	Desarrollar una herramienta para la automatización del protocolo para extracción del conocimiento tácito de las organizaciones.
Alcance	Capturar la información no formalizada sobre los procesos que se realicen en la organización para establecer y formalizar un proceso de desarrollo de software en base a los conocimientos que posea el personal.
No Contempla	No se cubre la generación de artefactos del proceso.
<b>Problemática</b>	
La implementación de mejoras de procesos en las organizaciones de desarrollo de software se ha convertido en un factor esencial para tener un nivel competitivo y ofrecer productos de calidad, sin embargo se ha detectado que uno de los problemas principales al tratar de implementar dichas mejoras es la falta del conocimiento del proceso de desarrollo o la formalización del mismo, al interior de las organizaciones. De esta forma, no pueden realizarse implementaciones de mejoras cuando no se tiene bien establecido el proceso, mucho menos se puede pensar en implementar un modelo o estándar de calidad, esto se debe primordialmente a que los procesos se desarrollan en base al conocimiento y la experiencia del personal de las organizaciones. Todo lo anterior ocasiona dependencia de las organizaciones con el personal, generando un problema mayor cuando estos	

<b>Información del problema a solucionar</b>
expertos emigran a otras organizaciones ya que se llevan el conocimiento de la organización con ellos.
<b>Solución propuesta por el usuario</b>
Desarrollar una herramienta bajo un ambiente Web, que permita la automatización del protocolo para la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones para capturar el conocimiento del personal y formalizarlo en la representación de un procesos genérico que cumpla con los criterio y visiones que se tienen en todos los niveles de la organización.
Expectativas
Que sea una herramienta libre y que beneficie tanto a las organizaciones de desarrollo de software, para establecer un proceso genérico, que esté disponible para todo el personal de la organización y que permita en base al mismo implementar mejora de procesos de software.

### 3.4.1.3 Requisitos funcionales

Los requisitos funcionales de la aplicación son aquellos que dan soporte a las funciones u operaciones que el usuario desea que el sistema realice, por lo que es necesario tener bien claro y entendido cada una de esas operaciones. De acuerdo a los artefactos sugeridos en *Scrum*, la pila de producto permite capturar los requisitos de funcionalidad que el cliente necesita que el sistema realice. En la Tabla 3.3, se muestra la pila de producto de los requisitos funcionales detectados y escritos en un lenguaje entendible por el usuario.

**Tabla 3.3. Pila de productos.**




<b>Id</b>	<b>Nombre del requisito</b>	<b>Descripción</b>
1.	Autenticación de usuarios	Un usuario inicia sesión en el sistema si y solo si tiene una cuenta activa. Usuarios: Administrador, representante, entrevistado, analista.
2.	Registro de organización	El administrador da de alta la organización en el sistema.
3.	Registro de representante	El administrador da de alta al representante de la organización en el sistema.
4.	Registro de entrevistados.	Se dan de alta los datos de los entrevistados que contestan las encuestas, esta actividad es realizada por un usuario de tipo representante.
5.	Envío de correo de registro a los entrevistados.	El sistema envía un correo al entrevistado notificándole su registro, su clave y contraseña, así como el link de acceso para la agenda de su entrevista.

Id	Nombre del requisito	Descripción
6.	Agenda de entrevista.	Un entrevistado previamente autenticado, elige en el sistema la fecha y hora de su entrevista.
7.	Envío de correo electrónico de recordatorio de fecha y hora de entrevista.	El sistema envía correos electrónicos de manera periódica para alertar al usuario de tipo entrevistado sobre la fecha y hora de su entrevista. Esta actividad es automática.
8.	Contestar entrevista para extracción del conocimiento tácito de la organización de manera escrita.	Un entrevistado accede al sistema y contesta cada pregunta de cada bloque del cuestionario para la extracción el conocimiento tácito de la organización, lo realiza de forma escrita, escribiendo en los campos correspondientes.
9.	Contestar entrevista para extracción del conocimiento tácito de la organización mediante la grabación de los audios.	Un entrevistado accede al sistema y contesta cada pregunta de cada bloque del cuestionario para la extracción el conocimiento tácito de la organización, lo hace mediante el módulo de grabación de audios pulsando el botón de grabar.
10	Envío de correo electrónico de entrevista contestada al analista.	El sistema envía un correo electrónico al analista para comunicarle que un entrevistado ha terminado de llenar la encuesta y ya puede realizar el análisis de las respuestas.
11	Realizar análisis de respuestas.	El analista accede al sistema y elige al entrevistado y las respuestas que éste contestó para su análisis, este puede ser mediante las lecturas o escuchando los audios de las entrevistas.
12	Agregar actividad.	El analista da de alta una actividad si la detecta en el análisis.
13	Agregar un elemento.	El analista da de alta un elemento del proceso si lo detecta y lo liga a su correspondiente actividad.
14	Agregar una furcación.	Si el analista detecta que ya dos o más caminos entre las actividades que ha dado de alta, registra una furcación en el diagrama del proceso.
15	Mostrar diagrama por área de proceso.	El sistema muestra el diagrama por cada bloque de cada área de proceso al usuario mediante un diagrama por cada uno de los entrevistados.
16	Conformar diagrama genérico por entrevistado.	El sistema conforma automáticamente un proceso general por cada entrevistado y muestra el diagrama correspondiente.
17	Conformar diagrama genérico de la organización	El sistema contrasta las respuestas de cada entrevistado y conforma un proceso genérico que es mostrado en forma de diagrama.

### 3.4.1.3.1 Definición de actores

Con el análisis de requisitos fue posible identificar los roles que asume un usuario dependiendo del tipo de permisos que tenga sobre la herramienta. En la Tabla 3.4, se listan los roles identificados durante el análisis de requisitos.

**Tabla 3.4. Roles definidos.**

Nombre	Descripción
 Representante de una organización	Este rol, figura como un usuario restringido en el acceso a la funcionalidad del sistema. Este tipo de usuario solo puede modificar los datos de la organización en caso de desearlo, su función principal es la de dar de alta a los entrevistados de su organización.
 Entrevistado	Este rol, es el encargado de contestar las encuestas, es quién provee el conocimiento tácito de la organización al sistema, lo hace mediante el acceso al sistema, la selección de la fecha y hora de la entrevista y contestando el cuestionario para la extracción del conocimiento tácito ya sea de manera escrita o escuchando los audios de las respuestas.
 Administrador	Este rol, es el Administrador del sistema. Entendiendo como "Administrador" al usuario que tiene control total de la funcionalidad del sistema, así como de asignar los permisos de uso al usuario bajo el rol de "Estándar".

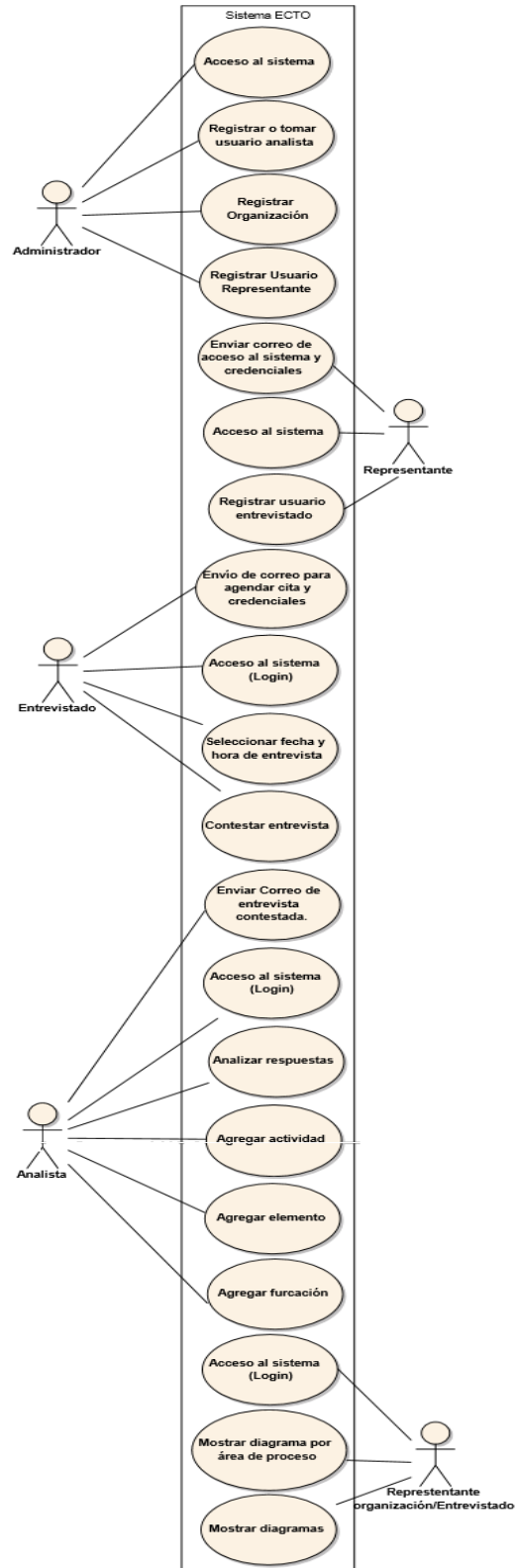
### 3.4.1.3.2 Descripción de casos de uso

Siguiendo el Proceso de Desarrollo de Software Unificado aplicado a la Ingeniería Web, se proponen los casos de uso necesarios para capturar los requisitos del sistema. Esta es una técnica que ayuda a definir cuáles son los actores del sistema (usuarios) y ofrece una manera intuitiva de representar la funcionalidad y aplicación con la que cada uno de los actores interactúa.

De acuerdo a la definición textual obtenida de la pila de los requisitos del sistema, descrita en la tabla 11, los usuarios asumen los roles siguientes: *Administrador* y *Estándar*. Cabe mencionar que los modelos sugeridos están desarrollados con la herramienta Enterprise Architect. En las secciones siguientes se describen los casos de uso más relevantes que representan la funcionalidad principal de la herramienta, por cada caso de uso se describe su *nombre, descripción y la narrativa de flujo de trabajo normal*.

#### 3.4.1.3.2.1 Caso de uso general de la herramienta

En la Figura 3.1, se muestra el diagrama de casos de uso para representar al sistema en general.



**Figura 3.1. Caso de uso general de la herramienta para la automatización de la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones.**



En la figura anterior se ilustran los casos de uso resultantes a partir del análisis de requisitos. Se muestra un modelo general del sistema y se definen 14 casos de uso principales, éstos representan los módulos principales que conforman la herramienta para la extracción del conocimiento tácito de la organización. En la Tabla 3.5, se describe cada uno de los casos de uso, vistos en la Figura 3.1.

**Tabla 3.5. Descripción de los casos de uso.**

Nombre	Descripción
Acceso al sistema	Este caso de uso describe el acceso al sistema por parte del administrador para iniciar un proyecto, el usuario administrador realizar esta acción mediante la introducción de su usuario y contraseña en el módulo de acceso al sistema (Login).
Registrar o tomar usuario analista.	Cuando el usuario administrador se introduce en el sistema puede registrar a un usuario analista o en su defecto tomar el mismo ese rol, esta actividad se realiza en el módulo de registro de usuarios seleccionando la casilla correspondiente a analista.
Registrar Organización.	Permite al administrador de la herramienta iniciar un proyecto mediante el registro de la organización dónde se llevará a cabo la implementación de la herramienta.
Registrar usuario representante.	Este módulo permite al administrador registrar al representante de la organización para que este a su vez de alta a sus entrevistados.
Envío de correo de acceso al sistema y credenciales.	Mediante el módulo de envío de correos electrónicos el sistema envía la notificación de registro en la herramienta y las credenciales para acceso al sistema, es decir el usuario y contraseña del usuario representante.
Acceso al sistema (Representante).	Este caso de uso describe el acceso al sistema por parte del usuario representante mediante la introducción de su usuario y contraseña en el módulo de acceso al sistema (Login).
Registrar usuario entrevistado	Este caso de uso muestra como un usuario con privilegios de representante puede realizar el registro de sus 3 entrevistados mediante el previo acceso al sistema.
Envío de correo a usuario entrevistado, para agenda de cita y credenciales	El caso de uso ilustra como el sistema cuando el usuario entrevistado ha sido registrado, envía un correo electrónico para notificar el registro, las credenciales (usuario y contraseña) y el link para que el usuario realice la selección de la fecha y hora de la entrevista para responder las preguntas de los cuestionarios en el módulo de agenda de entrevistas.
Acceso al sistema (Entrevistado).	Este caso de uso describe el acceso al sistema por parte del usuario entrevistado mediante la introducción de su usuario y contraseña en el módulo de acceso al sistema (Login).

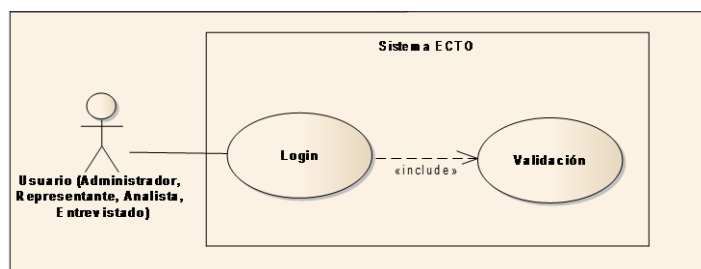
Nombre	Descripción
Seleccionar fecha y hora de entrevista	Con las credenciales para acceder al sistema el entrevistado accede y puede elegir la fecha y la hora de su entrevista o cita para contestar los cuestionarios para la extracción del conocimiento tácito de la organización.
Contestar entrevista	Este caso de uso muestra como el usuario de tipo entrevistado debe previo acceso al sistema, acceder al módulo de entrevistas y contestar el cuestionario dividido en bloques para extracción del conocimiento tácito de la organización.
Enviar correo de entrevista contestada	El caso de uso representa el envío de un correo electrónico enviado por el sistema para avisar al usuario de tipo analista que un usuario de tipo entrevistado ha terminado de contestar la entrevista y que puede iniciar con el análisis de las respuestas.
Acceso al sistema (Analista).	Este caso de uso describe el acceso al sistema por parte del usuario analista mediante la introducción de su usuario y contraseña en el módulo de acceso al sistema (Login).
Analizar respuestas.	En este caso de uso se representa como el usuario de tipo analista, previo acceso en el sistema, realiza el análisis de las respuestas, tanto como los textos o los audios guardados en la herramienta para detección de elementos de proceso.
Agregar actividad.	El caso de uso refleja la acción que realiza el usuario de tipo analista si al ir analizando las respuestas en un bloque que representa un área de procesos detecta una actividad la registra para ir conformando el proceso correspondiente.
Agregar elemento.	En el caso de uso se describe la acción que realiza el usuario de tipo analista si detecta algún elemento de proceso ligado a una actividad, en ese momento puede agregar ese elemento y ligarlo a la actividad que lo requiere o contiene.
Agregar furcación.	Si el camino que sigue el flujo de un proceso tiene más de dos caminos o tiene actividades concurrentes y son detectados en el análisis de las respuestas, el analista puede agregar furcaciones mediante el módulo referido por el caso de uso.
Acceso al sistema (Representante/Entrevistado)	Este caso de uso describe el acceso al sistema por parte del usuario representante o entrevistado mediante la introducción de su usuario y contraseña en el módulo de acceso al sistema (Login).
Mostrar diagrama por área de procesos	El sistema después de que el analista captura los elementos de procesos, de manera automática produce un diagrama de proceso y lo muestra al usuario representante de organización para su aprobación o rechazo de acuerdo a la visión que tiene el personal de los procesos que se realizan en la organización.
Mostrar diagramas	Finalmente en este caso de uso, el sistema con la información que se le ha introducido elabora la formalización del conocimiento tácito de manera automática, conforma los procesos individuales

Nombre	Descripción
	de cada entrevistado y el procesos genérico que contiene el proceso completo que se lleva a cabo en la organización.

A continuación se describen uno a uno los casos de uso en específico para fines de entender la funcionalidad principal de la herramienta.

### 3.4.1.3.2.2 Caso de uso de acceso al sistema.

En la Figura 3.2, se observa el diagrama de casos de uso que representa el módulo de acceso al sistema.



**Figura 3.2. Representación del caso de uso de acceso al sistema.**

A continuación se presenta una descripción más detallada del caso de uso. La descripción contempla los datos generales y las narrativas de los flujos de eventos del caso de uso.

### 3.4.1.3.2.3 Acceso al sistema.

En la Tabla 3.6, se describen los datos generales del caso de uso *Acceso al sistema* y en la Tabla 3.7, se muestra la narrativa del flujo de datos del caso de uso.

**Tabla 3.6. Datos del caso de uso de acceso al sistema.**

Nombre	Valor
Nombre	Acceso al sistema (Administrador)
Use Case ID	01
Categoría	<Unspecified>
Actores primarios	Administrador, representante, analista, entrevistado.
Documentación	Este caso de uso representa el proceso de acceso al sistema por cualquiera de los usuarios (Administrador, representante de organización, analista y entrevistado). Esta actividad sigue la misma secuencia de pasos para todos los actores el proyecto y consiste en introducir el usuario y contraseña en la interfaz o módulo de acceso al sistemas, este a su vez los envía para validar si existen o no en la base de datos, si existen en los registros de usuarios se les permite o deniega el acceso al sistema.

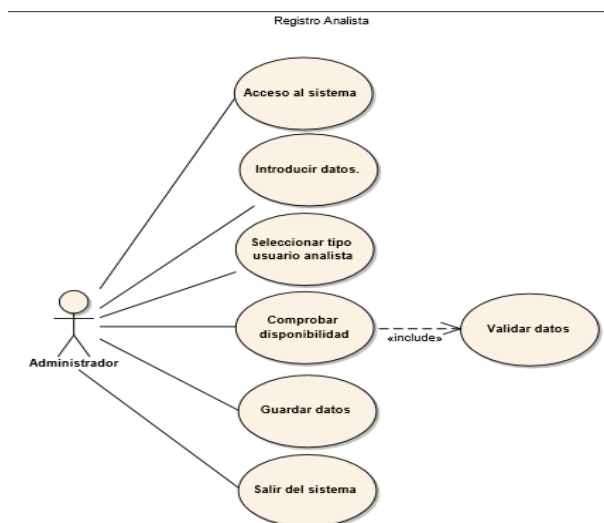
Nombre	Valor
Precondiciones	Estar registrado en el sistema como un usuario de los diferentes niveles existentes.
Post-condiciones	Mostrar interfaz de acuerdo al tipo del usuario que ingresó.

**Tabla 3.7. Flujo normal del caso de uso de acceso al sistema.**

Flujo de actividades representadas en el caso de uso	
1.	El usuario administrador introduce la url del sistema.
2.	El sistema muestra la interfaz o módulo de acceso al sistema.
3.	El usuario introduce en los campos correspondientes su usuario o contraseña.
4.	Al terminar el llenado de los datos correspondientes, el usuario da click en "Entrar".
5.	El sistema valida que los datos sean correctos.
6.	Si los datos son correctos, el sistema muestra su interfaz principal.
7.	Si los datos no son correctos, se muestra la interfaz de acceso nuevamente para que el usuario intente el acceso de nuevo.

#### 3.4.1.3.2.4 Caso de uso de registro de usuario analista.

La Figura 3.3, representa mediante el diagrama de caso de uso, las actividades que implica el registro de un usuario analista.



**Figura 3.3. Caso de uso registro de analista.**

En la Tabla 3.8, se realiza una descripción del registro de un usuario de tipo analista. De la misma manera se especifican la descripción contempla los datos generales y las narrativas de los flujos de eventos del caso de uso.

### 3.4.1.3.2.5 Registro de usuario analista.

En la Tabla 3.8 se describen los datos generales del caso de uso *Registro de usuario analista* y en la Tabla 3.9, se muestran la narrativa del flujo de datos del mismo caso de uso.

**Tabla 3.8. Datos del caso de uso de registro de analista.**

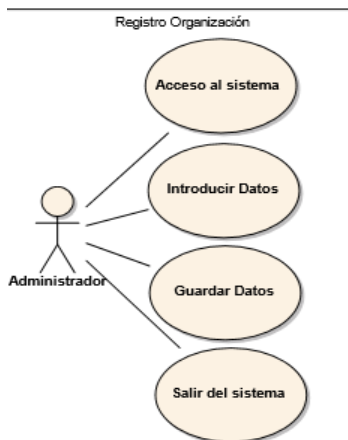
Nombre	Valor
Nombre	Registro de usuario analista
Use Case ID	02
Categoría	<Unspecified>
Actores primarios	Administrador.
Documentación	El caso de uso representa el proceso de registro de un usuario de tipo analista en el sistema y consiste en introducir los datos del usuario en el módulo de registro de usuarios, mediante la selección de la opción tipo de usuario analista. Cuando se registran lo datos se valida que el correo electrónico o el usuario no estén siendo utilizados por un usuario, si no es así se guardan los datos.
Precondiciones	Acceso previo al sistema como usuario administrador.
Post-condiciones	Recibir notificación vía correo electrónico con credenciales y aviso de usuario registrado.

**Tabla 3.9. Flujo normal del caso de uso de registro de usuario analista.**

Flujo de actividades representadas en el caso de uso	
1.	El usuario administrador accede al sistema.
2.	El usuario administrador registra los datos del analista.
3.	Al terminar el llenado de los datos correspondientes, el usuario administrador da click en “Guardar”.
4.	El sistema verifica que los datos sean correctos y que el correo electrónico registrado no pertenezca a un usuario ya existente.
5.	Si hay un mensaje de correo electrónico o nombre ya registrado, corregir valores y reintentar.
6.	Guardar datos en base de datos.
7.	Salir de la cesión del sistema.

### 3.4.1.3.2.6 Caso de uso de registro de organización.

El módulo de registro de la organización se representa en la Figura 3.4, mediante el diagrama de caso correspondiente a este módulo.



**Figura 3.4. Caso de uso de registro de la organización.**

Una descripción más detallada del caso de uso se muestra a continuación en la Tabla 18. La descripción contempla los datos generales y las narrativas de los flujos de eventos del caso de uso.

### 3.4.1.3.2.7 Registro de la organización.

Para establecer una visión más clara del anterior caso de uso, la Tabla 3.10, describe los datos generales del caso de uso *Registro de la organización*.

**Tabla 3.10. Datos del caso de uso de registro de la organización.**

Nombre	Valor
Nombre	Registro de organización
Use Case ID	03
Categoría	<Unspecified>
Actores primarios	Administrador.
Documentación	El caso de uso representa el proceso de registro en el sistema de la organización en donde se realiza la aplicación de la herramienta para la extracción del conocimiento tácito de la organización. Esta actividad consiste en introducir los datos de la organización en el módulo de registro de organización del sistema.
Precondiciones	Acceso previo al sistema como usuario administrador.
Post-condiciones	Se debe mostrar la organización en la lista de organizaciones de la herramienta.

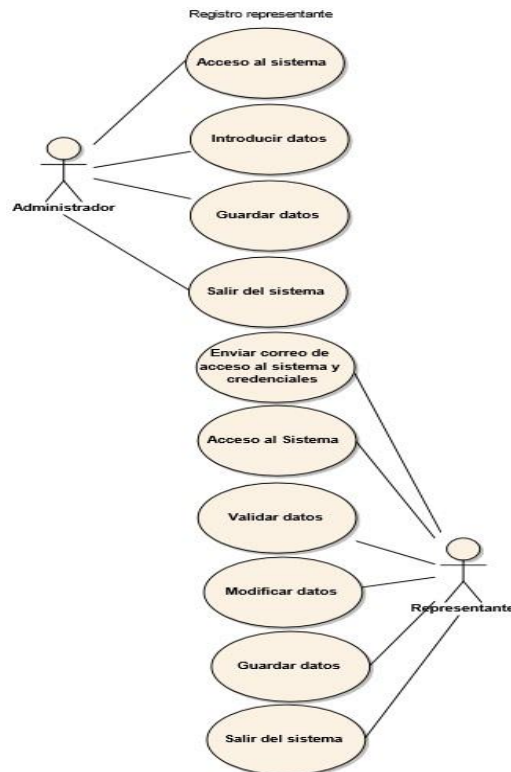
El flujo de las actividades descritas en el caso de uso se muestra a continuación en la Tabla 3.11.

**Tabla 3.11. Flujo normal del caso de uso de registro de la organización.**

Flujo de actividades representadas en el caso de uso	
1.	El usuario administrador accede al sistema.
2.	El usuario administrador registra los datos de la organización.
3.	Al terminar el llenado de los datos correspondientes, el usuario administrador da clic en “Guardar”.
4.	Guardar datos en base de datos.
5.	El usuario administrador sale del sistema.

**3.4.1.3.2.8 Caso de uso de registro representante de la organización.**

En la Figura 3.5, se observa el diagrama de caso de uso que representa el registro del representante de la organización.



**Figura 3.5. Registro de usuario representante.**

### 3.4.1.3.2.9 Registro de usuario representante.

En la Tabla 3.12, se describen los datos generales del caso de uso *Registro de usuario representante* y en la Tabla 3.13, se muestran la narrativa del caso de uso.

**Tabla 3.12. Datos del caso de uso registro de representante.**

Nombre	Valor
Nombre	Registro de usuario representante.
Use Case ID	04
Categoría	<Unspecified>
Actores primarios	Administrador, representante.
Documentación	El caso de uso representa el proceso de registro de un representante de la organización en donde se realiza la aplicación de la herramienta para la extracción del conocimiento tácito de la organización en el sistema. Esta actividad consiste en introducir los datos del representante designado por la organización en el módulo de registro de usuarios y seleccionando al usuario como representante.
Precondiciones	Acceso previo al sistema como usuario administrador.
Post-condiciones	Se debe mostrar el usuario agregado en la lista de usuarios de la organización.

**Tabla 3.13. Flujo normal del caso de uso de registro de representante de la organización.**

Flujo de actividades representadas en el caso de uso	
1.	El usuario administrador accede al sistema.
2.	El usuario administrador registra los datos de la organización.
3.	Al terminar el llenado de los datos correspondientes, el usuario administrador da click en "Guardar".
4.	Guardar datos en base de datos.
5.	El usuario administrador sale del sistema.
6.	El sistema envía un correo electrónico al representante de la organización, se envía la url de la herramienta y las credenciales de acceso.
7.	El representante accede al sistema.
8.	La representante, valida que los datos acerca de él, registrados por el administrador estén correctos.
9.	El representante modifica los datos en caso de que se encuentre algún error.
10.	El representante guarda los datos.
11.	El representante sale del sistema.



### 3.4.1.3.2.10 Caso de uso de revisión de los datos de la organización

En la Figura 3.6, se observa el diagrama de caso de uso que representa la revisión de los datos de la organización.

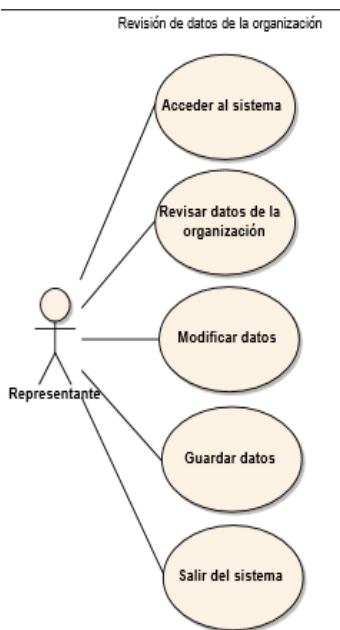


Figura 3.6. Caso de uso de revisión de los datos de la organización.

### 3.4.1.3.2.11 Revisión de los datos de la organización.

En la Tabla 3.14, se describen los datos generales del caso de uso *Revisión de los datos de la organización* y en la Tabla 3.15, se muestran la narrativa del caso de uso.

Tabla 3.14. Datos del caso de uso revisión de datos de la organización.

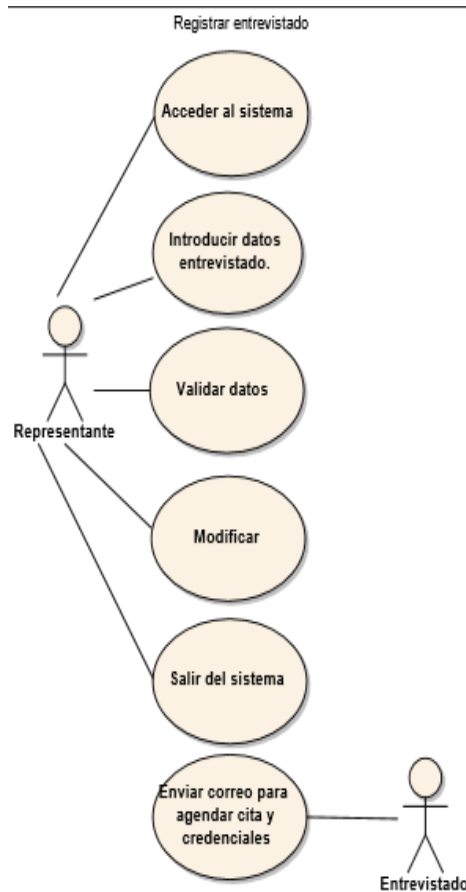
Nombre	Valor
Nombre	Revisión de los datos de la organización.
Use Case ID	05
Categoría	<Unspecified>
Actores primarios	Representante.
Documentación	El caso de uso representa el proceso de revisión de los datos de la organización. El representante de la organización accede al sistema y revisa que los datos de la organización estén correctamente capturados en caso contrario, realiza modificaciones, guarda los datos y finalmente sale del sistema.
Precondiciones	Acceso previo al sistema como usuario representante de organización.
Post-condiciones	Se debe mostrar la organización en la interfaz y su lista de organizaciones correspondiente.

**Tabla 3.15. Flujo normal del caso de uso de revisión de los datos de la organización.**

Flujo de actividades representadas en el caso de uso	
1.	El usuario representante accede al sistema.
2.	El usuario representante revisa los datos de la organización.
3.	El representante modifica los datos en caso de que se encuentre algún error.
4.	El representante guarda los datos.
5.	El representante sale del sistema.

**3.4.1.3.2.12 Caso de uso de registro de usuario entrevistado**

La Figura 3.7, permite la observación del diagrama de caso de uso que representa el registro de un usuario de tipo entrevistado.



**Figura 3.7. Caso de uso de registro de usuario entrevistado.**

### 3.4.1.3.2.13 Registro de usuario entrevistado.

En la Tabla 3.16, se describen los datos generales del caso de uso *Registro de usuario entrevistado* y en la tabla se muestran la narrativa del caso de uso.

**Tabla 3.16. Datos del caso de uso registro de entrevistado.**

Nombre	Valor
Nombre	Registro de usuario entrevistado.
Use Case ID	06
Categoría	<Unspecified>
Actores primarios	Representante, entrevistado.
Documentación	El caso de uso representa el proceso de registro de un usuario de tipo entrevistado. Esta actividad es realizada por el representante de la organización que conoce mejor a sus empleados y sabe quiénes pueden proveer la información necesaria al sistema.
Precondiciones	Acceso previo al sistema como usuario representante de organización.
Post-condiciones	Se debe mostrar el usuario agregado en la lista de usuarios de la organización.

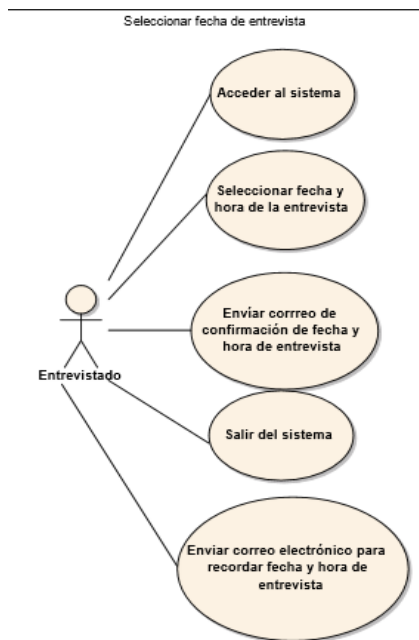
La tabla 3.17, indica cuál es el flujo de los eventos o actividades que se siguen en el caso de uso.

**Tabla 3.17. Flujo normal del caso de uso de registro de usuario entrevistado.**

Flujo de actividades representadas en el caso de uso	
1.	El usuario representante accede al sistema.
2.	El usuario representante introduce los datos del entrevistado.
3.	El representante verifica que el sistema valide los datos introducidos y no marque errores.
4.	Si el sistema marca error el representante modifica los datos.
5.	El representante guarda los datos.
6.	El representante sale del sistema.
7.	El sistema envía un correo al usuario entrevistado con el link y las credenciales para acceso al sistema.

### 3.4.1.3.2.14 Caso de uso de selección de fecha y hora de entrevista

En la Figura 3.8, se observa el diagrama de caso de uso que representa la agenda de entrevista para la recopilación de la información para la formalización de los procesos de desarrollo de la organización.



**Figura 3.8. Caso de uso seleccionar fecha de entrevista.**

**3.4.1.3.2.15 Selección de fecha y hora de entrevista.**

A continuación se presenta una descripción más detallada del caso de uso. En la descripción se mencionan los datos generales en la Tabla 3.18. Las narrativas de los flujos de eventos del caso de uso se pueden observar en la Tabla 3.19.

**Tabla 3.18. Datos del caso de uso de selección de fecha y hora de entrevista.**

Nombre	Valor
Nombre	Seleccionar fecha y hora de entrevista.
Use Case ID	07
Categoría	<Unspecified>
Actores primarios	Entrevistado.
Documentación	Este caso de uso representa el proceso de selección de la hora y fecha de la entrevista, la actividad es realizada por un usuario de tipo entrevistado.
Precondiciones	Acceso previo al sistema como usuario entrevistado de la organización.
Post-condiciones	Envío de correo electrónico de confirmación de selección de hora y fecha de entrevista.

**Tabla 3.19. Flujo normal del caso de uso de selección de hora y fecha de la entrevista.**

Flujo de actividades representadas en el caso de uso	
1.	El usuario entrevistado accede al sistema.

2.	El usuario entrevistado selecciona el día y la hora de la entrevista.
3.	El sistema envía un correo electrónico al usuario entrevistado para confirmar la hora y fecha de la entrevista.
4.	El usuario entrevistado sale del sistema.
5.	5. El sistema envía alertas vía correo electrónico, cada semana al usuario entrevistado para recordar la agenda realizada

### 3.4.1.3.2.16 Contestar entrevista

En la Figura 3.9, se observa el diagrama de caso de uso que representa la actividad de contestar la entrevista para la extracción del conocimiento tácito dentro de la organización.

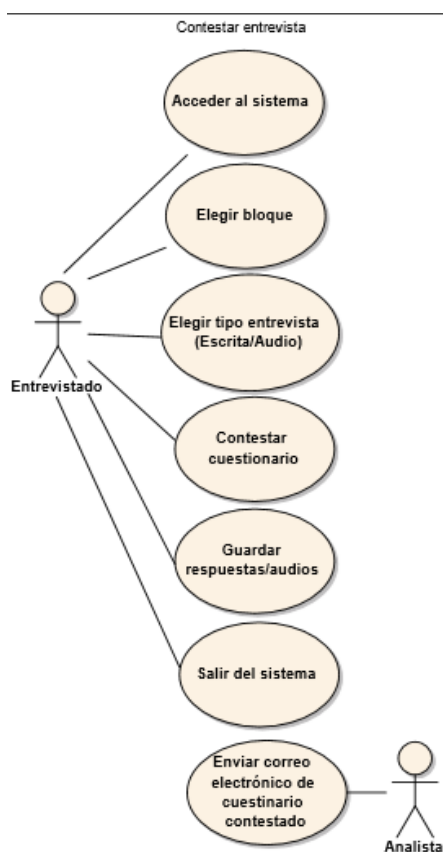


Figura 3.9. Caso de uso contestar entrevista.

### 3.4.1.3.2.17 Caso de uso contestar entrevista.

En la Tabla 3.20, se describen los datos generales del caso de uso *Contestar entrevista* y en la Tabla 3.21, se muestra la narrativa del caso de uso.

**Tabla 3.20. Datos del caso de uso contestar entrevista.**

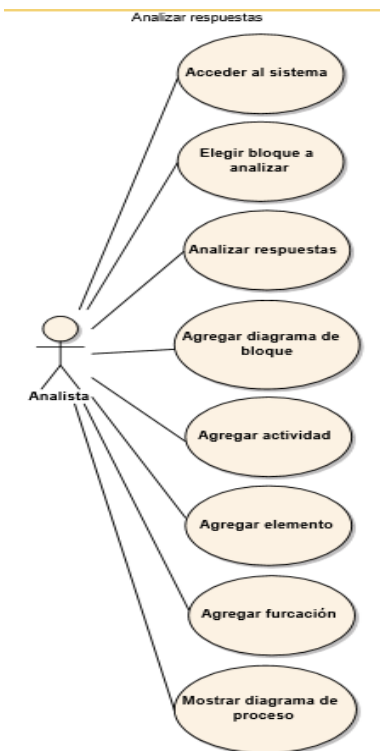
Nombre	Valor
Nombre	Contestar entrevista.
Use ID	08
Categoría	<Unspecified>
Actores primarios	Entrevistado.
Documentación	El caso de uso representa el proceso de contestar la entrevista, la actividad es realizada por un usuario de tipo entrevistado quien accede al sistema según la fecha y hora que había previamente seleccionado. Ya en el sistema comienza a responder el cuestionario dividido en bloques que corresponden a un proceso de desarrollo específico, cada uno, para contestar el cuestionario elije si contestarlo de manera escrita llenando los campos o grabando los audios y contestando, finalmente cuando termina de contestar las preguntas de todo el cuestionario guarda las respuestas y sale del sistema, este envía un correo al usuario analista confirmando que las respuestas están contestadas y que puede comenzar con el análisis.
Precondiciones	Acceso previo al sistema como usuario entrevistado de la organización.
Post-condiciones	Envío de correo electrónico al administrador de la herramienta para confirmación de entrevista contestada.

**Tabla 3.21. Flujo normal del caso de uso contestar entrevista.**

Flujo de actividades representadas en el caso de uso	
1.	El usuario entrevistado accede al sistema.
2.	El usuario entrevistado, elije el bloque de preguntas a contestar.
3.	Elije la forma de contestar el cuestionario ya sea por captura de texto o capturando los audios.
4.	El usuario responde las preguntas divididas en bloques.
5.	El usuario entrevistado guarda las preguntas.
6.	El usuario analista sale del sistema.
7.	El sistema envía alertas al usuario analista vía correo electrónico, esto con el fin de informarle que el cuestionario ha sido contestado y que ya se puede iniciar a realizar el análisis.

#### 3.4.1.3.2.18 Analizar respuestas

El siguiente diagrama de caso de uso que representa la actividad de realización del análisis de las respuestas de los entrevistados para la extracción del conocimiento tácito dentro de la organización, se muestra en la Figura 3.10.



**Figura 3.10. Caso de uso de análisis de las respuestas.**

**3.4.1.3.2.19 Análisis de respuestas.**

En la Tabla 3.22, se describen los datos generales del caso de uso *Analizar respuestas*.

**Tabla 3.22. Datos del caso de uso analizar respuestas.**

Nombre	Valor
Nombre	Analizar respuestas.
Use ID	09
Categoría	<Unspecified>
Actores primarios	Entrevistado.
Documentación	El caso de uso representa el proceso de analizar las respuestas de cada entrevistado, bloque por bloque, por cada uno de los bloques se genera un diagrama de proceso que contendrá las actividades, elementos, furcaciones y la relación entre actividades la entrevista, la actividad es realizada por un usuario de tipo administrador o analista, quién accede al sistema y realiza el análisis de las respuestas de cada entrevistado. Ya en el sistema revisa las respuestas escritas o los audios almacenados, durante la revisión la interfaz le permite ir agregando el diagrama de cada bloque compuesto de las actividades, elementos, furcaciones y elementos de proceso que vaya detectando. Finalmente se le deberá mostrar en la lista de diagramas el diagrama que ha agregado.
Precondiciones	Acceso previo al sistema como usuario entrevistado de la organización.

Nombre	Valor
Post-condiciones	Se deberá mostrar el diagrama conformado durante el análisis, en la interfaz de diagramas.

Mediante la Tabla 3.23, se muestra la narrativa del flujo del caso de uso análisis de las respuestas de los entrevistados.

**Tabla 3.23. Flujo normal del caso de uso de análisis de las respuestas.**

Flujo de actividades representadas en el caso de uso	
1.	El usuario entrevistado accede al sistema.
2.	El usuario entrevistado, elige el bloque de preguntas a contestar.
3.	Elige la forma de contestar el cuestionario ya sea por captura de texto o capturando los audios.
4.	El usuario responde las preguntas divididas en bloques.
5.	El usuario entrevistado guarda las preguntas.
6.	El usuario analista sale del sistema.
7.	El sistema envía alertas al usuario analista vía correo electrónico, esto con el fin de informarle que el cuestionario ha sido contestado y que ya puede iniciar a realizar el análisis.

### 3.4.1.3.3 Vista de desarrollo de la arquitectura

En esta sección el diseño de la arquitectura está basado en el patrón arquitectónico “Modelo – Vista - Controlador” [96] y su análogo en Django “Modelo – Vista- Template”, dado que *la herramienta para la automatización de la extracción del conocimiento tácito de la organización* trabaja bajo un ambiente Web. La interacción básica del patrón MVC se describe como sigue:

Cuando la aplicación sufre un cambio en su modelo de objetos, se envía un aviso del cambio a la vista de manera que los elementos afectados se modifican o actualizan. Estos avisos se emiten al controlador típicamente, de manera que el controlador realice la modificación de la vista si se diera el caso. La vista se comunica con el modelo para obtener los datos necesarios para mostrarlos en la interfaz. Al momento de realizar una entrada por parte del usuario, el controlador está pendiente de la información de la vista para verificar qué medidas tomar de acuerdo a las solicitudes hechas. Después, en caso de que el modelo de objetos cambie de valores, se notifica a la vista y al controlador con el objetivo de que la interfaz sea actualizada. En la Figura 3.11, se presenta la vista de desarrollo de la arquitectura donde se describen los módulos que componen básicamente la herramienta y los cuales darán la pauta de cómo está compuesto cada uno de los módulos de la herramienta.





Figura 3.11. Arquitectura de la herramienta para la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones en su vista de desarrollo.

Como se mencionó anteriormente, la arquitectura de *la herramienta para dar soporte a la extracción del conocimiento tácito de la organización* se basa en el patrón MVC, en la cual se han definido los siguientes módulos:

- Vista. En este nivel se contiene la interfaz gráfica de usuario, que dan soporte a las pantallas gráficas de la herramienta, estas interfaces o templates como se les conoce en el framework Django (formularios, gráficos, imágenes, etcétera.) se componen de 7 secciones correspondientes a: *template\_usuarios*, *template\_org* (*organización*), *template\_agenda*, *template\_cuestionarios*, *template\_diagramas*, *template\_procesos* y *template\_Administración*, para su mayor comprensión estos templates se definen a continuación:
  - *template\_usuarios*: este template encapsula la interfaz referente a la administración de los usuarios, mediante el acceso a esta interfaz se pueden agregar y modificar usuarios de acuerdo a los privilegios de cada tipo de usuario (Administrador, Analista, Representante), también se considera dentro de este template el acceso al sistemas o login (por su nombre en inglés) como interfaz de acceso a la herramienta.
  - *template\_org*: contiene las interfaces correspondiente a los métodos de agregar y editar los datos de las organizaciones agregadas por el analista y que pueden ser modificadas por este y por el representante de la organización.
  - *template\_agenda*: esta interfaz puede ser vista solo por los usuarios de tipo entrevistado, administrador o analista, en ella el usuario entrevistado puede seleccionar la fecha y hora de la entrevista, el administrador y el analista pueden modificar o eliminar de ser necesario una agenda o selección de fecha de un entrevistado.
  - *template\_cuestionarios*: En este template se muestran los cuestionarios para la extracción el conocimiento tácito de las organizaciones, mediante esta interfaz se pueden contestar y analizar las respuestas según el tipo de usuario (Entrevistado o analista).
  - *template\_diagramas*: esta interfaz muestra los diagramas que el usuario de tipo analista va formando al realizar el análisis.
  - *template\_procesos*: la interfaz gráfica correspondiente a este módulo permite la visualización a los usuarios de tipo entrevistado y representante de la organización, visualizar los procesos o diagramas de procesos por cada entrevistado y el diagrama genérico que representa la formalización del conocimiento tácito de la organización.
  - *Template\_administración*: el framework Django permite la visualización de una interfaz gráfica de administración general de la herramienta, este template carece de un diseño vistoso, sin embargo contiene la funcionalidad general de toda la herramienta, está dividida en varios módulos y entre las actividades

principales que permite realizar está la de la alta de cuestionarios y bloques, es mediante esta interfaz que también se registran los tipos y grupos de usuarios y en general contiene las funciones de altas, edición, eliminar de todos los elementos de la herramienta.

- Control. En este nivel se define los módulos correspondientes a la capa de control, esta capa se encarga de las operaciones diversas que se realicen. Como se sabe de acuerdo al patrón MVC, la capa de control encapsula las clases correspondientes a cada una de las acciones o peticiones realizadas a través de la interfaz gráfica de usuario, de acuerdo a la definición dada a los controles en el framework Django utilizado para el desarrollo de la herramienta y que se basa en la variante del MVC llamada model view template (MVT), los controles reciben el nombre de vistas, así se detectan los siguientes grupos de vistas o controladores separados de acuerdo a la funcionalidad que representan:
  - *vista\_usuarios: esta vista contiene la clase que agrupa los métodos para la gestión de los usuarios, así como las conexiones al modelo correspondiente para el manejo de los datos almacenados en la herramienta.*
  - *vista\_organizaciones: la vista se encarga de proporcionar los métodos y lógica para la gestión de las organizaciones.*
  - *vista\_agendas: esta vista permite la funcionalidad relacionada con la selección de fechas y horas de las entrevistas.*
  - *vista\_cuestionarios: los métodos para el manejo de los cuestionarios se encuentran contenidos en esta vista.*
  - *vista\_diagramas: la funcionalidad provista en el archivo de esta vista, es vital para la herramienta pues los métodos para la generación de los diagramas se encuentran contenidos en la clase que provee esta vista.*
  - *vista\_procesos: esta vista contiene los métodos que permiten la generación de los procesos detectados en el análisis y la base para la creación de la formalización mediante el diagrama del proceso genérico.*
  - *vista\_administración: esta vista permite interactuar de manera directa con todas las vistas anteriores y permite el control total sobre toda la funcionalidad del sistema y añade funciones extra a las ya proporcionadas en cada vista.*
- Modelo. En este nivel se define la lógica de negocio; esta es la capa más importante de la herramienta, puesto que encapsula todas las clases que mantienen la relación entre los datos y la información que se requiere mostrar en la interfaz gráfica. Esta capa está compuesta de paquetes encapsulando a las clases correspondientes de acuerdo a la funcionalidad que representan.

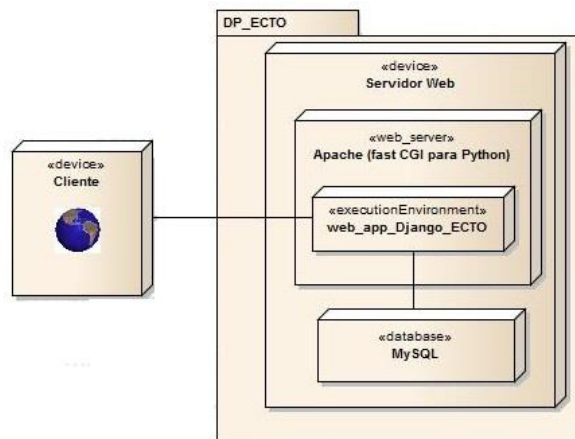
- *modelo\_usuarios*. Este módulo encapsula las clases que dan funcionalidad referente a la creación y manipulación de los usuarios y sus distintos tipos, la comunicación con la base de datos se realiza mediante la ejecución de consultas de manera simple, así se pueden realizar: la creación, edición, búsqueda y eliminación de un usuario.
- *modelo\_organizaciones*. Este módulo encapsula las clases que tienen las operaciones para realizar las operaciones con la base de datos referente a las organizaciones de los contratos.
- *modelo\_agendas*: Este módulo encapsula las operaciones que corresponden a la administración de las fechas y horas de las entrevistas de los usuarios entrevistados, las funciones principales son insertar agenda, modificar agenda, eliminar agenda y ver una agenda o todas en específico, esta última operación está representada por el método buscar.
- *modelo\_cuestionarios*: el modelo contiene una clase que encapsula la conexión a la base de datos para proveer la funcionalidad referente a la administración de cuestionarios y sus componentes como bloques y preguntas, los cuales se dan de alta mediante el módulo o template de administración e interactúan con este modelo para operaciones como creación, modificación, eliminación, y búsqueda de cuestionarios.
- *modelo\_djagramas*: este modelo permite la interacción con la base de datos para consultas referentes a creación, modificación, eliminación y la muestra de los diagramas de los procesos.
- *modelo\_procesos*: contiene una clase que encapsula los métodos para la interacción con la base de datos para proveer la funcionalidad referente a la conformación de los procesos detectados en el análisis y que sirven de base sobre todo para la conformación del proceso genérico.
- *modelo\_administración*: este modelo actúa de manera similar al controlador permitiendo la interacción con todos los anteriores modelos y añadiendo funciones extras para el manejo de información sobre todos los módulos que contiene la herramienta, y en específico de algunos, como los grupos de usuarios, y los cuestionarios en lo referente a creación de cuestionarios, bloques y preguntas.

En la capa de datos, se encapsulan los elementos que sirven de conexión con los elementos de persistencia de la información.

- *Acceso\_Datos*. En este módulo se encapsulan las clases de conexión a la base de datos que servirá para la persistencia de la información referente a los proyectos en las organizaciones y cuentas de usuario.

### 3.4.1.3.4 Vista de despliegue

La vista de despliegue permite ver claramente la implementación física de la herramienta en los dispositivos de hardware, en la Figura 3.12, se muestra la arquitectura *de la herramienta para la automatización de la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones* en su vista física, en la ilustración se observa la distribución física de la implementación: *Servidor Web Apache, Sistema Gestor de Base de Datos (MySQL), el equipo servidor (ServidorWeb) y equipos cliente (Browser: Safari, Chrome, Firefox, IExplore etcétera).*



**Figura 3.12. Arquitectura de la herramienta para la extracción del conocimiento tácito de la organización en su vista física.**

### 3.4.1.3.5 Modelo de usuario

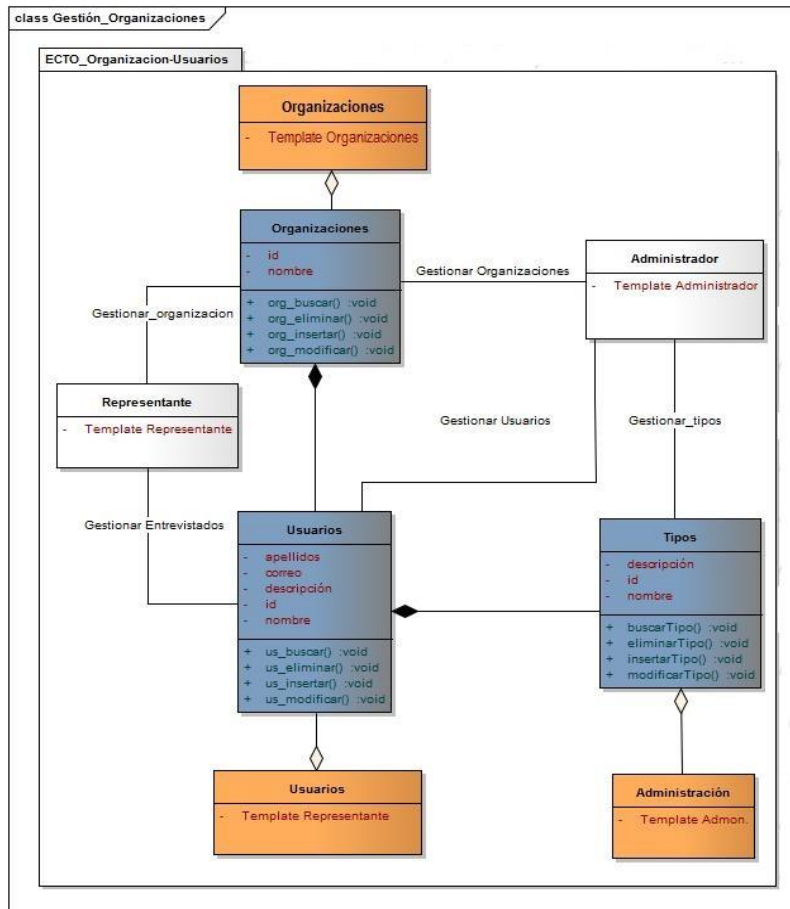
El modelo de usuario define el contenido de los datos almacenados en la herramienta, añadiendo dos objetivos diferenciados al modelo de contenido:

1.- este modelo contiene las clases que definen que información se almacena en el contexto de una sesión. Por ejemplo información del usuario y organizaciones.

2.- las clases en el modelo proveen de operaciones que se utilizan en el proceso de negociación de procesos (creación de contratos, evaluación de contratos, autenticación de usuarios, etcétera.). El comportamiento de estas operaciones no es modelado. En la figura 3.6, 3.7 y 3.8 se muestran los diagramas de modelo de usuario, más relevantes, diseñados para la *herramienta para la extracción del conocimiento tácito de la organización.*

En la Figura 3.13, se muestra el diagrama de modelo de usuario referente a la gestión de las organizaciones y los usuarios vinculados a estas. La Figura 3.13 en sí, representa qué información mínima es la necesaria al momento de gestionar una organización y un usuario.

La clase *Organizaciones* representa la información referente a las organizaciones que se registran en la herramienta, está compuesta de las clases *Usuarios* y *Tipos de usuarios*, ya que en este contexto se considera que de nada sirve el registro de una organización si está no cuenta con los usuarios que en ella laboran y que son la base para la extracción del conocimiento tácito, de la misma manera se exponen las operaciones que los usuarios de tipo Administrador y Representante de la organización, tienen disponibles para trabajar con ellas.



**Figura 3.13. Modelo de usuario – Organizaciones y Usuarios**

En la Figura 3.14, se muestra el diagrama del modelo de usuario para los cuestionarios y las agendas. La clase *Cuestionario* define la información de un cuestionario, la herramienta permite el registro de diversos tipos para la presente investigación el de la extracción del conocimiento tácito de la organización en específico. Para la integración de un cuestionario es necesaria la relación de composición con la clase bloque que en este caso, representa los bloques de preguntas a cada uno de los cuales se les asigna un área de proceso como objetivo a satisfacer, a su vez esta clase guarda la relación de composición con las preguntas que conforman los bloques y esta a su vez con las respuestas que los usuario entrevistados proporcionan al momento de contestar las encuestas. Un cuestionario debe contar también con una fecha y hora para realizarse, así surge la relación de composición entre la clase



questionario y la clase agenda. También se muestran las diferentes interacciones que un usuario de la herramienta de acuerdo a su tipo puede tener, así se tiene qué, un usuario de tipo administrador puede gestionar los cuestionarios y sus clases componentes, en cambio el usuario de tipo entrevistado tiene la función de realizar la selección de una fecha y hora para contestar el cuestionario por medio del template Agenda y mediante esa agenda, de esta manera la siguiente función de este tipo de usuario es contestar los cuestionarios bloque a bloque y pregunta a pregunta lo que genera respuestas mismas que a su vez generan la interacción del usuario analista con la herramienta al tener que realizar este último el análisis de la información para generar la formalización del proceso de la organización. El modelo muestra datos aproximados de la información que se maneja en la herramienta.

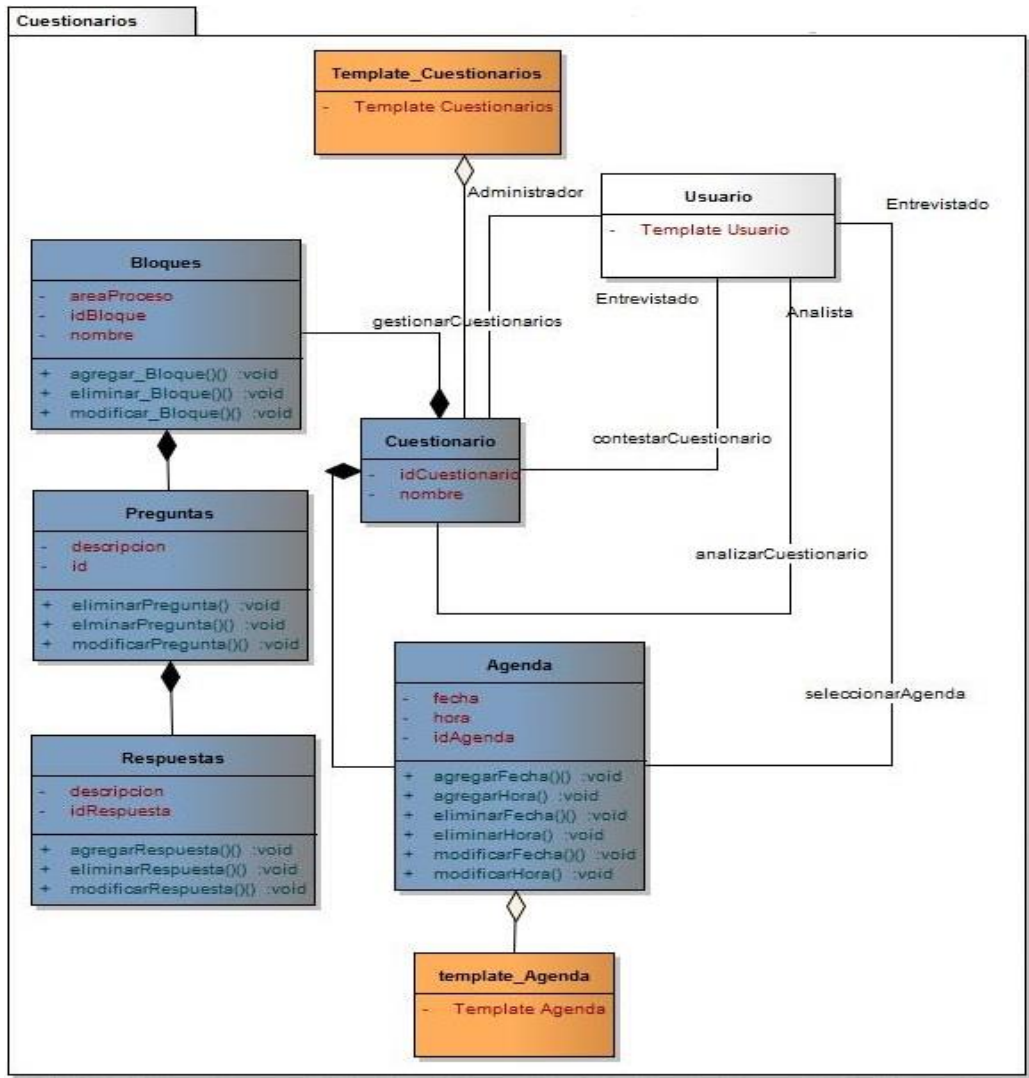


Figura 3.14. Modelo de usuario para los cuestionarios, agendas.

### 3.4.1.3.6 Modelo de navegación

La metodología UWE permite modelar el diseño de la navegación que los usuarios tendrán con el sitio Web. Lo que permite tener una vista de cómo están relacionadas las páginas entre sí. Los modelos que se presentan a continuación son los más relevantes del diseño de navegación de la herramienta. De esta manera algunos estereotipos para representar la navegación son: <<*navigationLink*>> para la navegación entre páginas; <<*link*>> para el procesamiento de peticiones entre páginas.

La Figura 3.15, muestra el diagrama de navegación para el usuario *Administrador*. Cada clase representa una página del sitio Web. La clase *indexUserAdmin* representa la página principal que se le presenta al usuario al momento de autenticarse en el sistema o página principal. Las clases *MenuPrincipal*, *MenuExtraccióndelConocimiento*, *MenúAudio*, *Menú\_Elementos\_Dagramas*, *MenúDiagramas*, *MenúUsuarios*, *MenúOrganizaciones* y *MenuCuestionario* representan cada uno de los menús que permiten navegar por las páginas que conforman cada funcionalidad de la herramienta para la Extracción del Conocimiento Tácito en la Organización. Las clases sombreadas en color gris representan la navegación por la sección de la selección de fechas y horas para las entrevistas o también llamadas agendas, en color amarillo se resalta la sección de organizaciones, en color verde está sombreada la sección correspondiente a los cuestionarios para la extracción del conocimiento tácito de la organización, en color rosa se señala la sección enfocada en la gestión de los usuarios y en azul las interfaces correspondientes a los diagramas obtenidos en el análisis de las respuestas obtenidas con los cuestionarios y que representan los procesos que se realizan en la organización.

En la Figura 3.16, el modelo de navegación presenta la vista que tiene un usuario de tipo representante. La clase *indexUser* representa la página principal que se muestra cuando el usuario se autentica en la herramienta. En ese mismo contexto, las clases *MenuPrincipal*, *MenúUsuarios* y *MenúOrganizaciones*, indican de manera clara las funciones a las que está limitado este usuario, si bien, su función no deja de ser importante pues funge como un revisor de los datos de la organización y como se había mencionado anteriormente, en los casos de uso, es el encargado de elegir al personal de su organización que concentra la información sobre procesos de desarrollo en la organización, por lo tanto la herramienta soporta estas actividades mediante la estructura que dicha vista muestra, así, el menú principal que contiene las principales opciones a las cuales tiene acceso el usuario *representante*, esta clase permite navegar hacia los módulos de usuarios y organizaciones, el *MenúUsuarios* representan a los menús principales de los módulos del mismo nombre, el módulo de usuarios permite *crear usuarios* y *ver los usuarios registrados*. La clase *MenúOrganizaciones* permite navegar por las interfaces que interactúan con la clase organización, estas clases se enlazan y permiten la funcionalidad que permite las opciones de la *creación y modificaciones de los datos de la organización*.



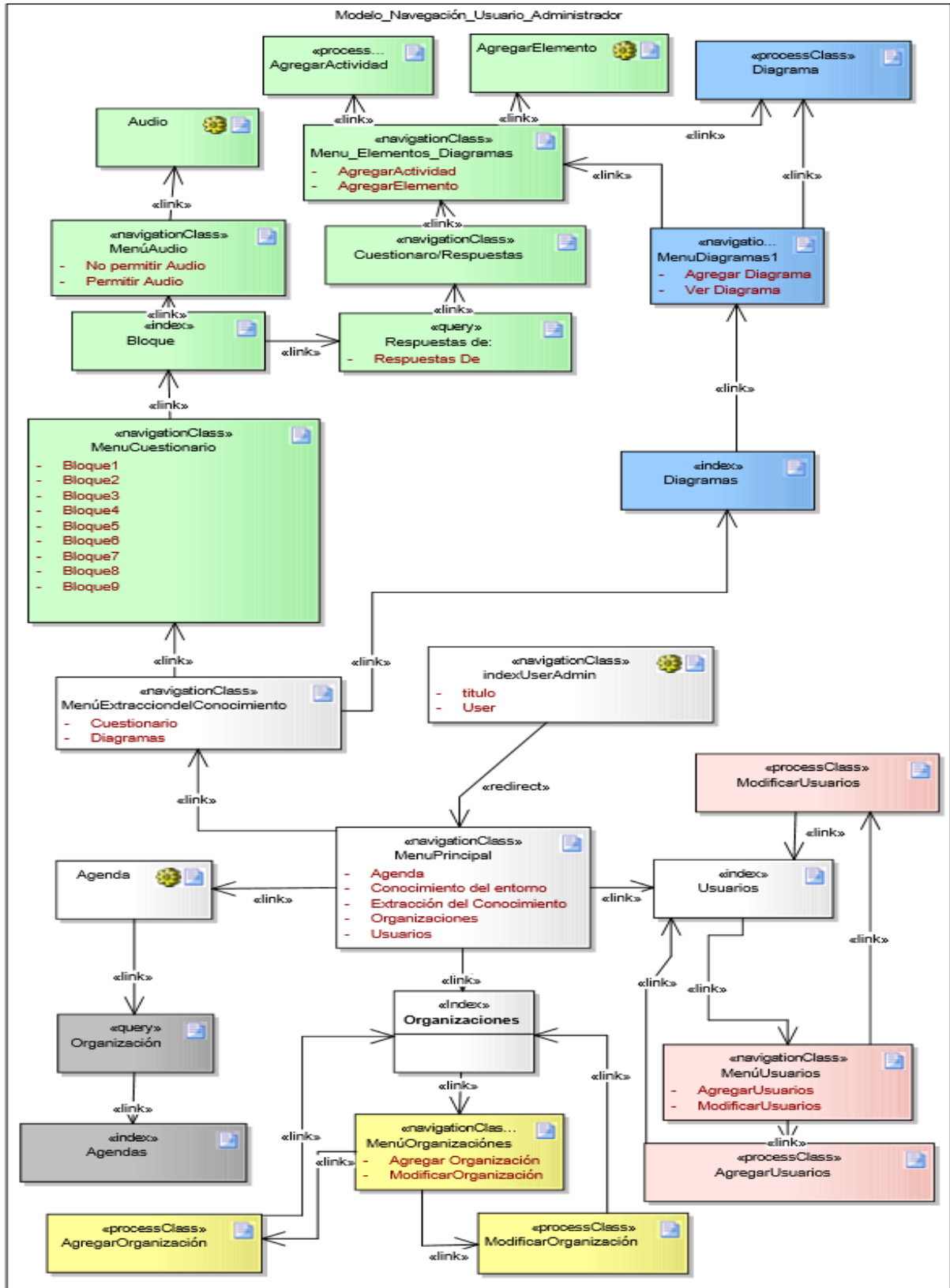
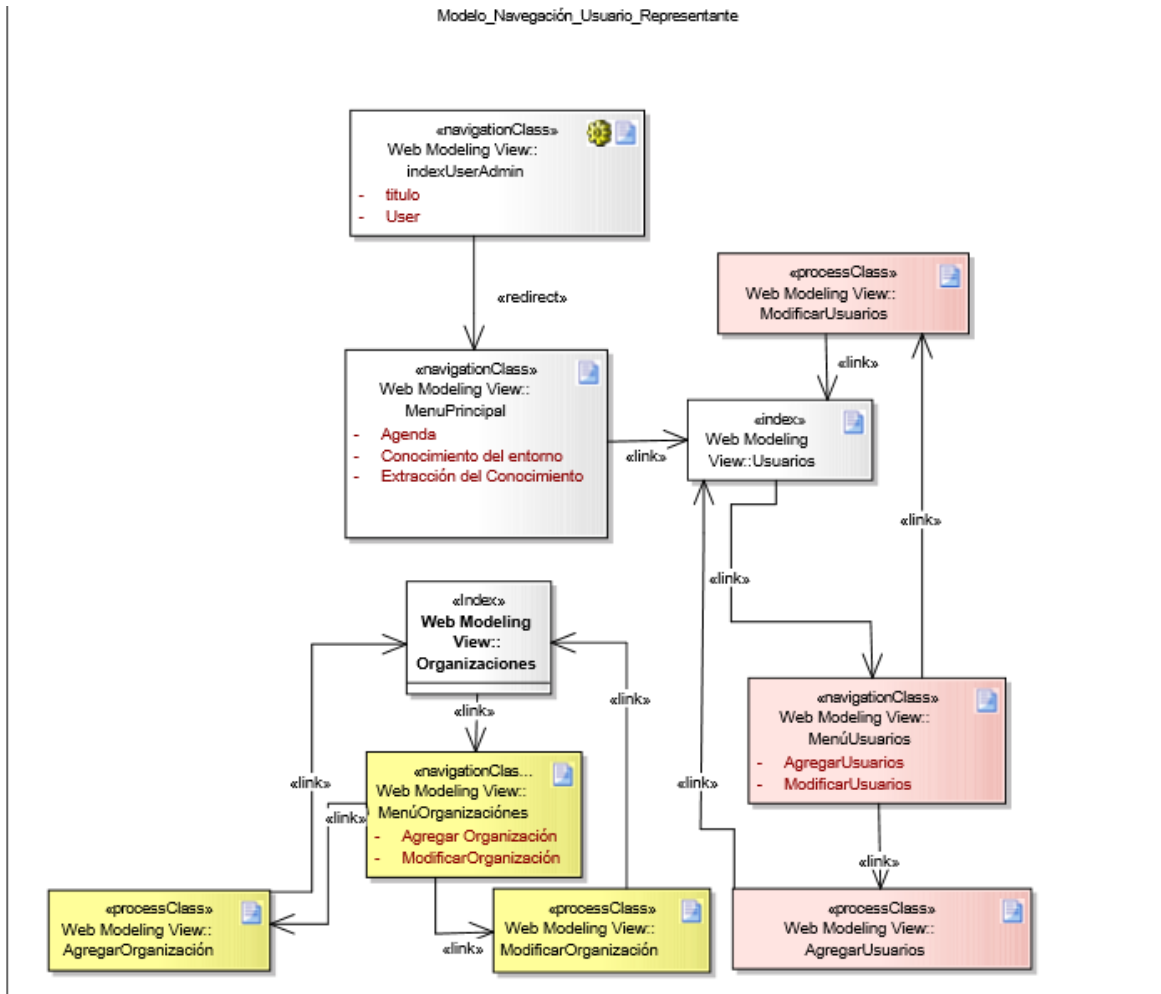


Figura 3.15. Modelo de navegación para el usuario “Administrador”.



**Figura 3.16. Modelo de navegación para el usuario “Representante”.**

La Figura 3.17, representa el modelo de navegación para los usuarios de tipo entrevistado, la navegación que representa es primordial en el contexto del diseño de la herramienta, ya que de la información que estos usuarios provean y su procesamiento en la herramienta permiten la formalización de los procesos y el conocimiento tácito de la organización. La clase Agenda permite al usuario de tipo entrevistado seleccionar la fecha y hora de la entrevista vía la herramienta para contestar el cuestionario para la extracción del conocimiento tácito, en esta interfaz el usuario selecciona la hora y fecha y agrega su cita. El MenúExtraccióndelConocimiento representa el menú de la cual parte el proceso de obtención del conocimiento tácito, de esta manera, mediante el MenuCuestionario se desprende una serie de opciones llamadas bloque que representa cada uno de los bloques del cuestionario y en donde cada opción lleva a la página en la que se encuentran las preguntas a relacionadas con el bloque seleccionado. El cuestionario puede ser contestado mediante la grabación de los audios para lo cual, el MenúAudio permite la selección de la interacción con el módulo

de multimedia, si se permite comienza la grabación del audio con la pulsación del control de grabar, cuando se termina de contestar el bloque, el audio se guarda en el servidor para su posterior análisis. Si no se deciden grabar los audios y sólo se contesta el cuestionario de forma manual y escrita, mediante el formulario, se guarda en la base de datos y re-direcciona a la interfaz principal del módulo.

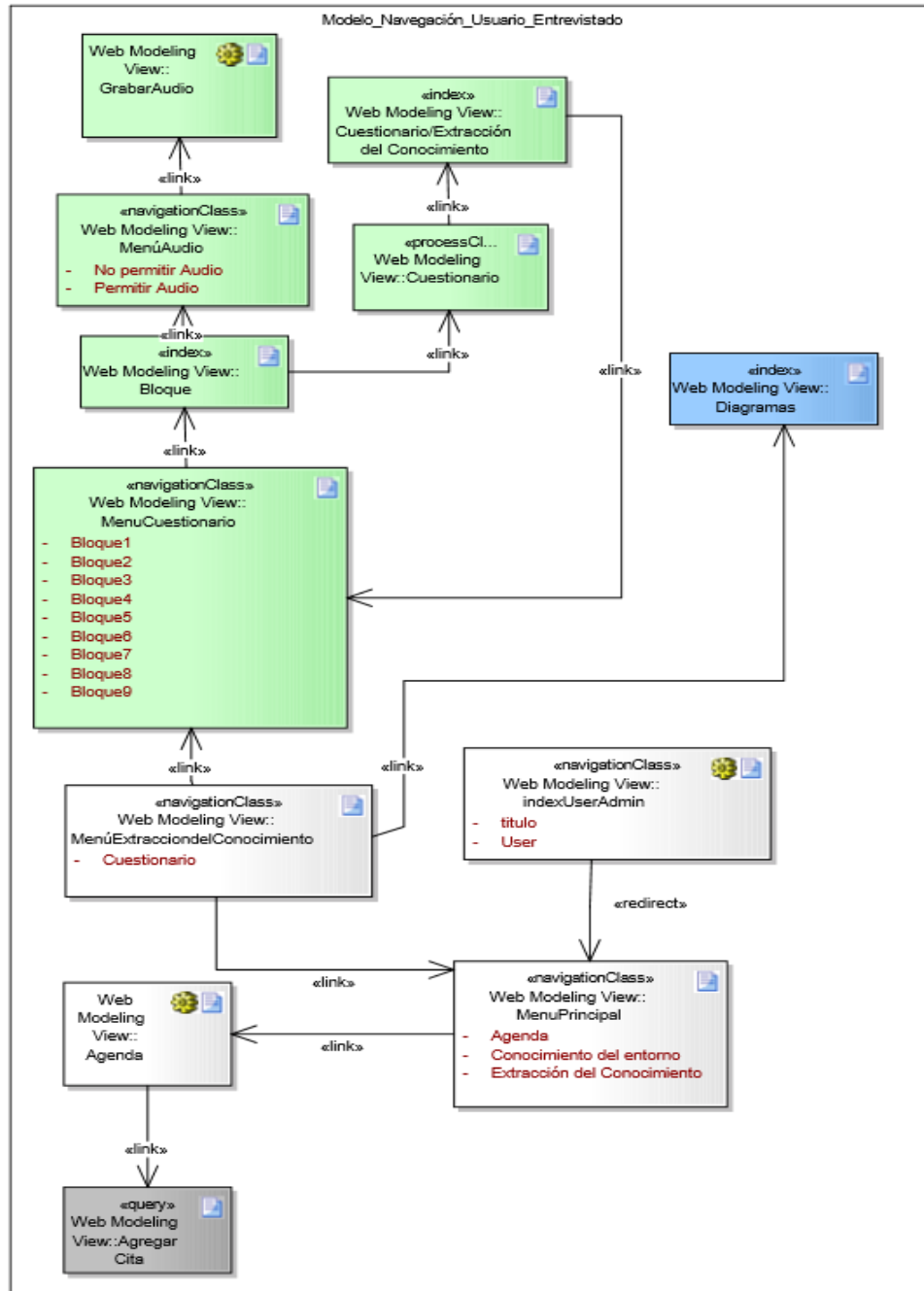


Figura 3.17. Modelo de navegación Usuario Entrevistado.

#### **3.4.1.4 Requisitos no funcionales**

La herramienta *para la automatización del protocolo para la extracción del conocimiento tácito de la organización* cubre algunos requisitos no funcionales con el objetivo de ser un software escalable y fácil de usar, a continuación se describen algunos de los requisitos no funcionales.

##### **3.4.1.4.1 Multiplataforma**

La plataforma está diseñada para trabajar en un ambiente Web, lo que permite que pueda utilizar en diversas plataformas de sistemas operativos e incluso en dispositivos móviles (con limitaciones de rendimiento de acuerdo al tipo de dispositivo móvil).

##### **3.4.1.4.2 Escalable**

La herramienta permite el crecimiento de módulos de funcionalidad, ya que el diseño de su arquitectura en capas, ofrece la posibilidad de añadir, a futuro, nuevas funcionalidades, a futuro por ejemplo se tiene ideado agregar un módulo que permita la gestión de la documentación del proceso de la organización, así como la integración con una herramienta multi-modelo que pueda indicar cuál es el estándar o modelo más indicado a seguir por medio de la implementación de Ontologías, por lo que su implementación bastará con hacer ajustes necesarios en algunas partes de las interfaces, algunos módulos y reutilizar la capa de modelos de la arquitectura.

##### **3.4.1.4.3 Mantenibilidad**

Este requisito no funcional se cubre gracias al tipo de tecnología empleada para el desarrollo de la herramienta. La tecnología empleada para el desarrollo de la herramienta y el uso de un patrón arquitectónico como lo es MVC (Model View Controller) y su análogo en Django MVT (Modelo - Vista – Template), permiten tener una clara separación entre interfaces de usuario, clases de control y clases modelos, haciendo entendible cada parte que conforman la herramienta. De esta manera se realiza la actualización de versiones de los marcos de trabajo utilizados, mantenimiento al código de cada clase y a la documentación de las propias clases.

##### **3.4.1.4.4 Tecnologías para apoyar el proceso de desarrollo**

En esta sección se describe brevemente la definición y estructura de las tecnologías de la información que se consideraron para el desarrollo de esta tesis, tales como el lenguaje de programación el marco de trabajo para desarrollo de Python Django, el lenguaje de programación Python, el marco de trabajo para interfaces gráficas y plantillas BootStrap y el sistema gestor de base de datos *MySQL*.

### 3.4.1.4.4.1 El lenguaje Python

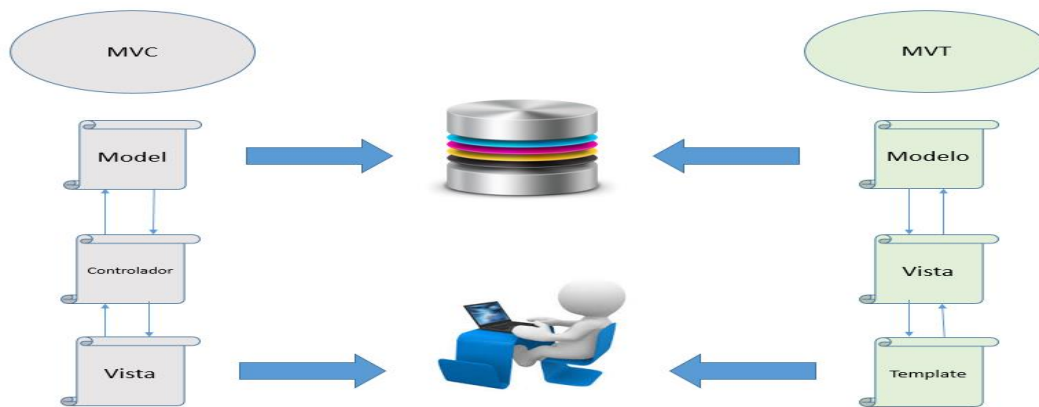
Python es un lenguaje de programación creado por Guido van Rosum [97], a principios de los años 90, se considera un lenguaje interpretado o de script, de tipado dinámico, multiplataforma y orientado a objetos.

Se eligió Python como lenguaje de programación debido a su flexibilidad multiplataforma, y a su adaptación relativamente fácil para trabajo en web mediante el marco de trabajo para desarrollo web Django. Además, Python es un lenguaje open source con un api y librerías disponibles y sin costo alguno de licenciamiento lo que significaría un problema en el caso de por ejemplo utilizar Visual C# [98], que pertenece a la plataforma .Net y tiene un costo por el licenciamiento.

### 3.4.1.4.4.2 El marco de trabajo para desarrollo Django

En esta sección, se describe el marco de trabajo Django para el desarrollo de la herramienta para la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones.

Django es un marco de trabajo para desarrollo web de alto nivel basado en el lenguaje Python, la mayor ventaja que presenta el uso de este marco de trabajo es la rapidez con la que permite crear aplicaciones reduciendo de manera considerable el tiempo dedicado al desarrollo de aplicaciones [99]. El marco de trabajo está basado sobre una variación del patrón de la arquitectura MVC [96], (Model View Controller, por sus siglas en inglés) llamada MVT [100], (Model View Template, por sus siglas en inglés), en dicha arquitectura los componentes funcionan como se muestran en la Figura 3.18:



**Figura 3.18. Estructura del MVC y el MVT.**

Tal y como se observa en la Figura 23 la vista recibe un evento o solicitud del usuario, esta transfiere la petición a un método del controlador que lo procesa y en caso de requerir acceso a la base de datos solicita los datos al modelo, el modelo los devuelve al controlador que a su vez los carga o envía a la vista para que se le muestren al usuario.

#### 3.4.1.4.4.3 Bootstrap

*Bootstrap* es un marco de trabajo para diseño web basado en HTML5 [101] y CSS3 [102], enfocado en el desarrollo rápido de sitios y páginas web, provee un sinnúmero de plantillas que fungen como interfaz gráfica de aplicaciones. La ventaja de este tipo de plantillas es que implementa el diseño responsable de tal manera que las aplicaciones se pueden mostrar tanto en internet como en dispositivos móviles sin la necesidad de un doble diseño. De esta manera en la interfaz de la herramienta se realizó mediante una plantilla de Bootstrap a la cual se le hicieron modificaciones con el objetivo de reducir el tiempo de desarrollo y de desarrollar un producto de calidad en cuanto a interfaz gráfica se refiere [103].

#### 3.4.1.4.4.4 Sistemas Gestores de Base de Datos

En esta sección, se describen las características del SGBD utilizado como soporte de almacenamiento de la información de la herramienta a la que hace referencia este trabajo de tesis.

#### 3.4.1.4.4.5 MySQL

*MySQL* es un sistema gestor de base de datos relacional, open source, bajo licencia GPL (General Public License) y con su código fuente está disponible libremente [104]. Sin embargo, en caso de requerirse para el uso en grandes aplicaciones, *MySQL* está disponible también en una versión comercial que puede ser adquirida en su sitio web.

Este gestor ofrece, estabilidad, potencia, robustez, facilidad de administración e implementación de estándares. Consiste de un sistema cliente servidor que se compone de un servidor multihilo, varios programas clientes y bibliotecas, así como herramientas administrativas. Dando de esta manera confiabilidad para trabajar con grandes volúmenes de información y con una alta concurrencia de usuario.

Algunas de sus características principales se listan a continuación:

- Es un gestor de base de datos multiplataforma.
- Integridad referencial.
- Completa documentación.
- Tablas hash en memoria, utilizadas como tablas temporales.
- Soporta SQL92, 99, 2003 y 2008
- Soporte para almacenamiento de objetos binarios (imágenes, gráficos, videos).
- Soporta el uso de Joins, Triggers, Store Procedures
- Soporte de datos de hasta 50 millones de registros.

#### 3.4.1.4.5 Metodología ágil de desarrollo de software

En esta sección se describe brevemente la metodología para la gestión de proyecto para el desarrollo de software considerada en este proyecto. La metodología seleccionada es *Scrum*, y como herramienta para diagramado de la arquitectura de la aplicación se consideró *Enterprise Architect*.

##### 3.4.1.4.5.1 Scrum

*Scrum* [94], es un método iterativo e incremental que enfatiza prácticas y valores de *Project Management* por sobre las demás disciplinas del desarrollo [94]. Al principio del proyecto se define el *Product Backlog*, éste contiene todos los requerimientos funcionales y no funcionales a cubrir por el sistema a construir. Los mismos estarán especificados de acuerdo a las convenciones de la organización ya sea mediante: *features*, casos de uso, diagramas de flujo de datos, incidentes, tareas, etcétera. El *Product Backlog* se define durante las reuniones de planificación con los implicados. A partir de ahí se establecen las iteraciones, conocidas como *Sprint*, en las que va evolucionando la aplicación. Cada *Sprint* tiene su propio *Sprint Backlog* que es un subconjunto del *Product Backlog* con los requerimientos a desarrollar en cada *Sprint* correspondiente. La duración recomendada del *Sprint* es de un mes.

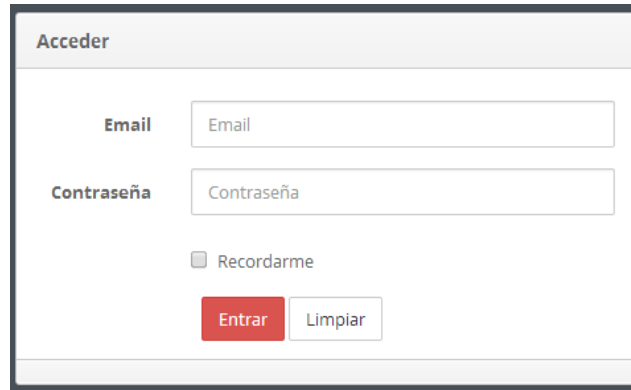
Dentro de cada *Sprint* el *Scrum Master* (equivalente al Líder de Proyecto) llevará a cabo la gestión de la iteración, convocando diariamente al *Scrum Daily Meeting* que representa una reunión de avance diaria de no más de 15 minutos con el propósito de tener retroalimentación sobre las tareas de los recursos y los obstáculos que se presentan. Al final de cada *Sprint*, se realizará un *Sprint Review* para evaluar los artefactos construidos y comentar el planeamiento del próximo *Sprint* [94]. La metodología *Scrum*, al igual que otras metodologías ágiles, se aplica en el desarrollo de software para la administración del desarrollo del proyecto, aunque en un principio se surgiere como modelo para el desarrollo de productos tecnológicos, también se emplea en entornos que trabajan con requisitos cambiantes y que requieran rapidez y flexibilidad en el desarrollo de los sistemas software.

##### 3.4.1.5 Prototipos de interfaz de usuario

El objetivo principal de este punto es mostrar los prototipos de la interfaz gráfica realizados al inicio del proyecto con las que interactúa el usuario y que servirían para definir el aspecto gráficos de la herramienta. Estas interfaces, representan los módulos principales que permiten cubrir cada una de las fases de la metodología y en consecuencia la automatización de la extracción del conocimiento tácito en las organizaciones, propuesta por Mejía y Muñoz, entre los principales módulos se encuentran los siguientes.

### 3.4.1.5.1 Prototipo de interfaz del módulo de acceso

El diseño de esta interfaz se enfoca en definir el acceso a la herramienta, la Figura 3.19, muestra este módulo.



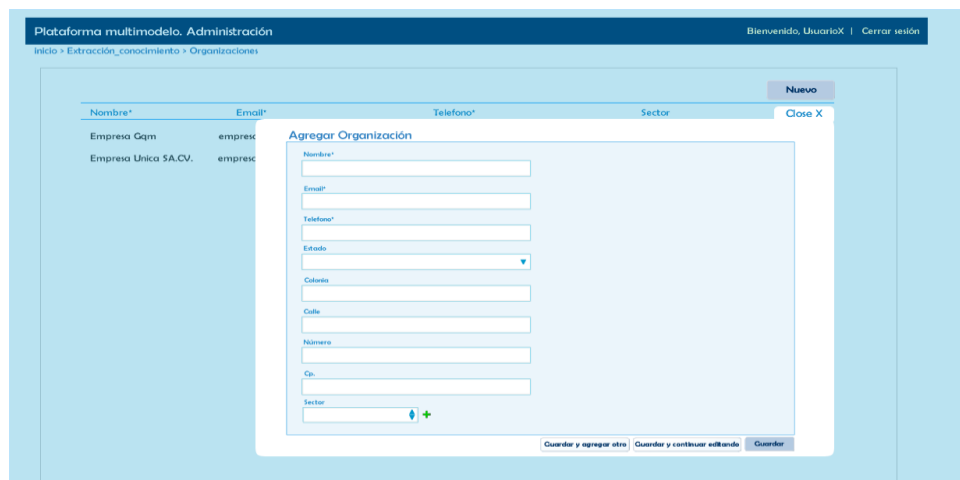
El prototipo muestra una ventana titulada "Acceder" con los siguientes elementos:

- Un campo de texto etiquetado "Email" con el placeholder "Email".
- Un campo de texto etiquetado "Contraseña" con el placeholder "Contraseña".
- Una casilla de verificación etiquetada "Recordarme".
- Un botón rojo etiquetado "Entrar".
- Un botón etiquetado "Limpiar".

**Figura 3.19. Prototipo del módulo de acceso**

### 3.4.1.5.2 Prototipo de interfaz de registro de organización

Esta interfaz muestra el módulo de registro de organizaciones se propone un diseño mediante ventanas emergentes desarrolladas con JQuery, para favorecer la usabilidad de la herramienta en cuanto a navegación y evitar repaginado, la Figura 3.20, muestra el prototipo que hace referencia a este módulo.



El prototipo muestra una interfaz de usuario con un encabezado que dice "Plataforma multimodelo. Administración" y "Bienvenido, UsuarioX | Cerrar sesión". En la parte superior derecha hay un botón "Nuevo".

El contenido principal muestra una tabla con las siguientes columnas: "Nombre\*", "Email\*", "Telefono\*", "Sector".

En la parte inferior de la tabla hay un botón "Agregar Organización" que abre una ventana emergente con los siguientes campos:

- Nombre\*
- Email\*
- Telefono\*
- Estado (lista desplegable)
- Colegio
- Calle
- Numero
- Cp
- Sector

En la parte inferior de la ventana emergente hay tres botones: "Guardar y agregar otro", "Guardar y continuar editando" y "Guardar".

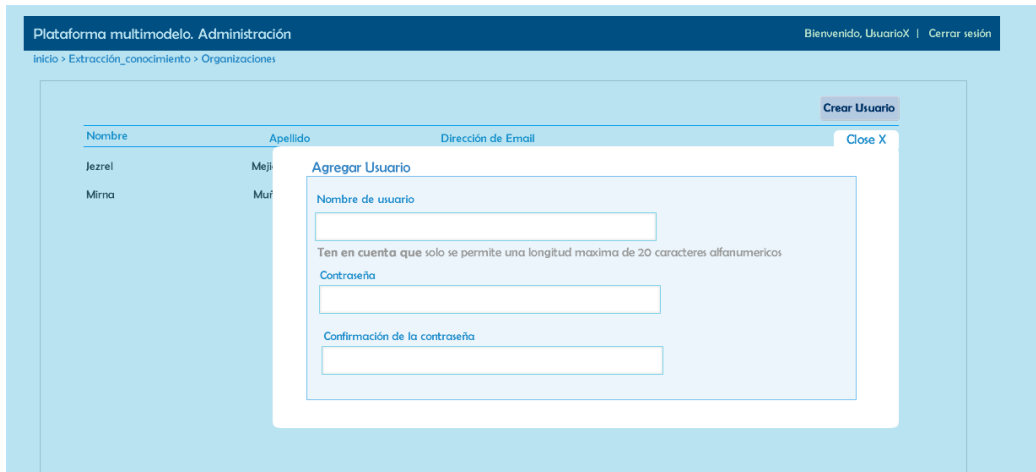
**Figura 3.20. Prototipo de interfaz de registro de organización.**

### 3.4.1.5.3 Prototipo de interfaz de registro de organización

En la Figura 3.21, la interfaz muestra el prototipo del módulo de registro de usuarios, cuando se haya registrado el usuario, automáticamente se deberá validar que no se encuentre



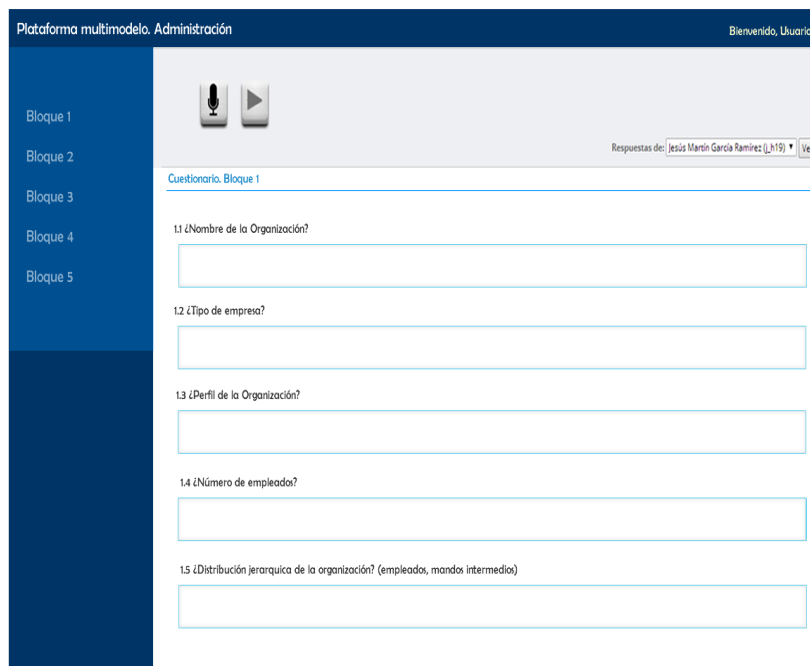
ya registrado su nombre de usuario de ser así se muestra un mensaje de error y en caso contrario se agrega a la base de datos y aparecerá en la lista de usuarios de esa organización.



**Figura 3.21. Prototipo de interfaz de registro de organización.**

#### 3.4.1.5.4 Prototipo de interfaz de respuesta de cuestionarios

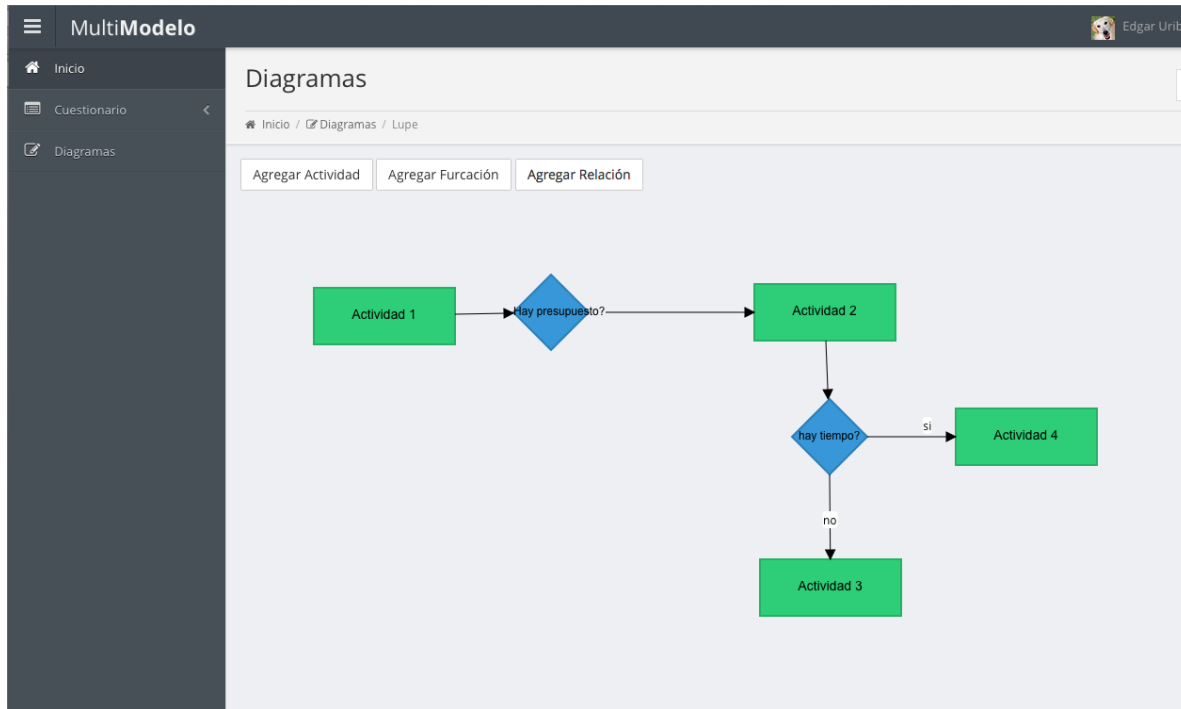
Esta interfaz muestra el módulo de respuesta de cuestionarios, la propuesta es la de una interfaz que permita registrar las respuestas escritas o por medio de la grabación del audio, cada bloque mostrará un cuestionario como el descrito en la Figura 3.22.



**Figura 3.22. Prototipo de interfaz de registro de organización.**

### 3.4.1.5.5 Prototipo de interfaz de diagramas

Esta interfaz muestra la propuesta para el módulo de diagramas, la cual consiste en una interfaz que permite agregar los diagramas y sus elementos de acuerdo al análisis realizado, la Figura 3.23 muestra dicha interfaz.



**Figura 3.23. Prototipo de interfaz de diagramas.**

## Capítulo 4 Resultados

En este capítulo se presentan los resultados del desarrollo de la aplicación de la herramienta, se relata la automatización de la metodología MIGME–RRC como resultado de los requerimientos identificados en el capítulo III, para la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones. Se explica cómo los módulos de la herramienta y sus respectivas interfaces gráficas satisfacen cada etapa de la metodología. Además, se analiza la aplicación de la herramienta en dos casos de estudio. De esta manera, el presente capítulo se estructura en los siguientes puntos:

- Descripción de cada módulo de la herramienta. Se analizan las interfaces y se explica de manera general el funcionamiento de cada módulo.
- Descripción del caso de estudio. Para evaluar el funcionamiento de la herramienta respecto a los objetivos planteados en esta tesis, se presentan dos casos de estudio realizados en Pymes del estado de Zacatecas.
- El análisis de los resultados de la aplicación de la herramienta mediante la elaboración de una encuesta de satisfacción vía web, con el fin de comprobar la eficiencia, desempeño y usabilidad de la herramienta.

### 4.1 Módulos de la herramienta

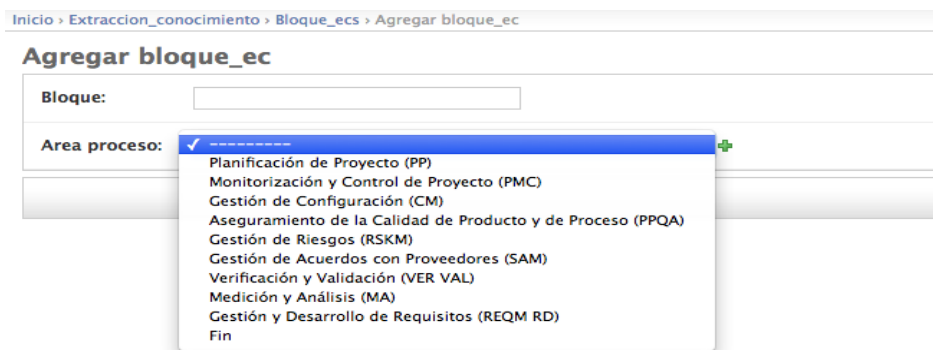
En esta sección se describen los distintos módulos y sus interfaces con los que cuenta la herramienta para la extracción del conocimiento tácito y que permiten la automatización de esta fase.

#### 4.1.1 Realización de entrevistas

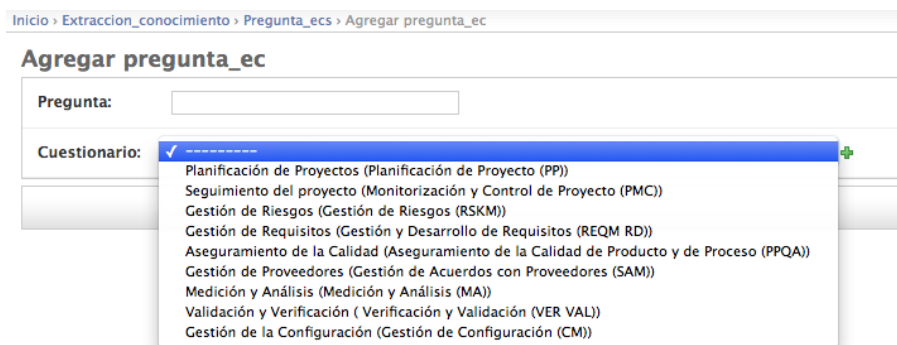
Tal y como se había mencionado en la descripción de la metodología, esta es la primera fase que debe ser desarrollada. Por lo tanto, en esta sección se describen los distintos módulos y sus interfaces con los que la herramienta para la extracción del conocimiento tácito cuenta y que permiten la automatización de esta fase.

#### 4.1.2 Desarrollo del cuestionario

Para realizar esta actividad el sistema cuenta con una interfaz de administración de cuestionarios y preguntas. En esta interfaz un usuario de tipo administrador puede crear cuestionarios, asignarles bloques para identificar a que procesos se refiere un cuestionario y finalmente agregar las preguntas que conforman cada bloque. La Figura 4.1, muestra la interfaz de agregar bloques. La Figura 4.2, muestra cómo se agregan preguntas a un bloque determinado de un cuestionario.



**Figura 4.1. Interfaz de administración de cuestionarios.**



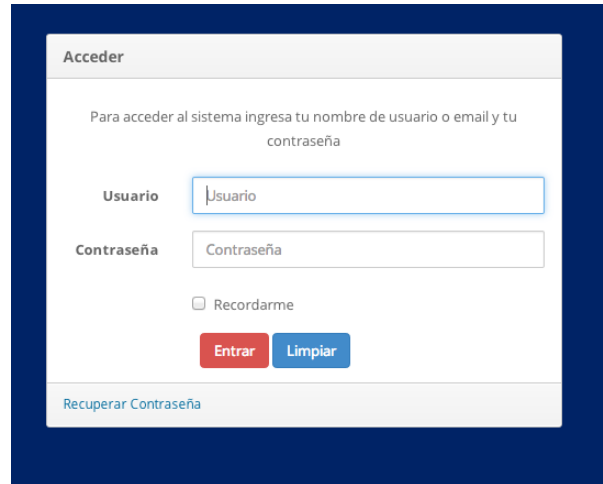
**Figura 4.2. Interfaz para agregar preguntas a un cuestionario.**

### 4.1.3 Planear la entrevista

La herramienta, permite la realización de esta actividad mediante los siguientes de acceso a la herramienta, la interfaz de inicio, alta de organización, alta de usuarios y agenda de citas, las cuáles se describen a continuación.

### 4.1.4 Acceso a la herramienta

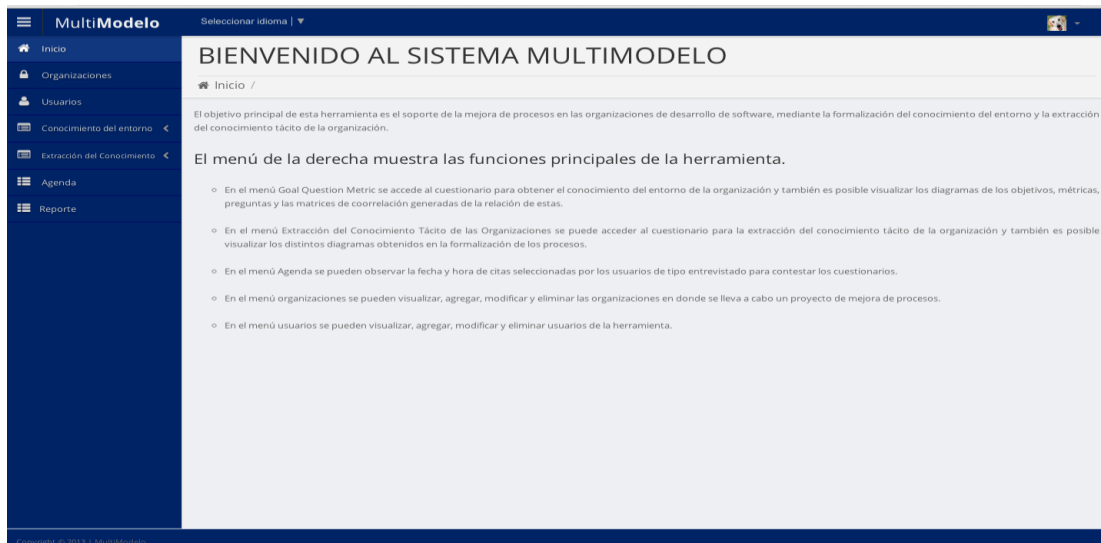
Mediante la interfaz de acceso (Login), los usuarios pueden acceder a la herramienta para la extracción del conocimiento tácito de la organización. Cualquier proyecto comienza precisamente en este módulo, por ejemplo, un usuario administrador inicia el proyecto entrando mediante esta interfaz, colocando su usuario y contraseña para acceder al sistema, este módulo se muestra en la Figura 4.3.



**Figura 4.3. Sistema de acceso de la herramienta para la extracción del conocimiento tácito de la organización.**

#### 4.1.5 Interfaz principal (Inicio)

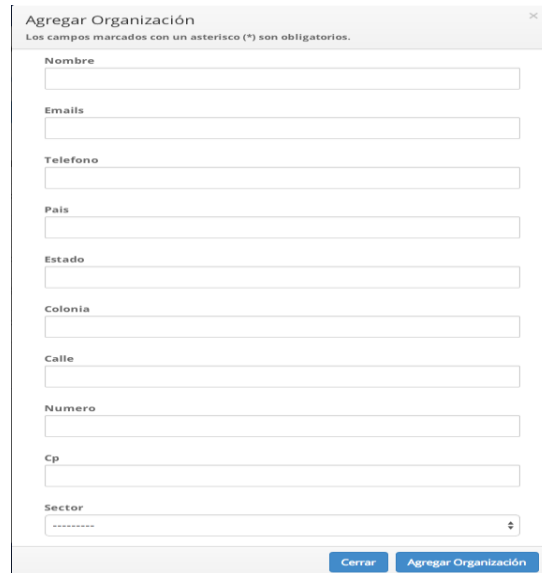
Cuando un usuario accede al sistema, es la primera interfaz que se le muestra. En esta se encuentran en el centro las instrucciones para facilitar la navegación y los menús principales. La Figura 4.4 muestra la interfaz principal.



**Figura 4.4. Interfaz principal.**

#### 4.1.6 Alta de la organización.

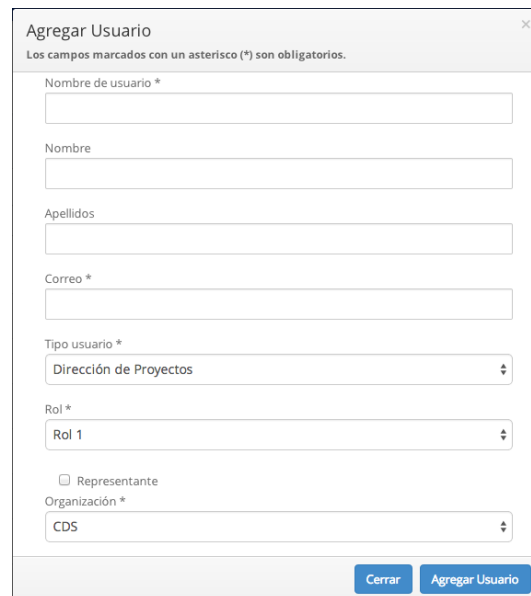
El administrador puede registrar una organización para iniciar un proyecto. En esta interfaz se registran los datos de la organización, la Figura 4.5, muestra la interfaz que permite esta actividad.



**Figura 4.5. Alta de Organización.**

#### 4.1.7 Alta de usuarios.

Cuando se registra una organización, el siguiente paso es registrar en la herramienta el representante y los usuarios de la organización. Esta actividad se lleva a cabo mediante la interfaz de Agregar Usuarios, la Figura 4.6, muestra la interfaz de este módulo.



**Figura 4.6. Alta de usuarios.**

#### 4.1.8 Notificación a los usuarios de la organización.

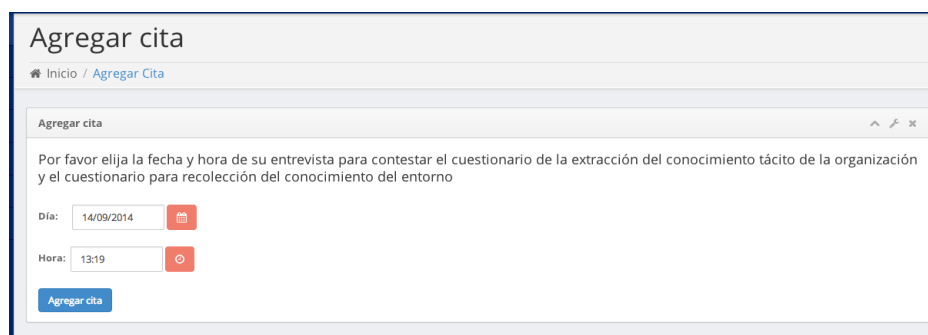
Aún y cuando no pertenece a la interfaz gráfica se considera importante describir este módulo. El módulo de notificaciones consiste en el envío de correos electrónicos, ya sea para enviar las credenciales de acceso al sistema o para notificar la fecha y hora de las entrevistas, la Figura 4.7, muestra un ejemplo de envío de las credenciales a un usuario representante.



**Figura 4.7. Envío de notificaciones a los usuarios de la organización.**

#### 4.1.9 Agenda de entrevista.

Este módulo permite a los usuarios de tipo entrevistados realizar la agenda para responder el cuestionario para la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones, después de que han recibido el correo de confirmación de su cuenta. Cada uno puede acceder vía web a la herramienta y en esta interfaz elegir el día y hora de su entrevista, la Figura 4.8, muestra el módulo de agenda de citas para la extracción del conocimiento tácito.



**Figura 4.8. Interfaz gráfica del módulo de agenda de citas.**

#### 4.1.10 Entrevista.

La herramienta para la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones, permite realizar la entrevista mediante la interfaz de respuesta a la entrevista. Para contestar una entrevista un usuario entrevistado accede al sistema, da clic sobre el menú de extracción del conocimiento, éste a su vez contiene un cuestionario dividido en nueve bloques de

preguntas, se abre uno por uno de esos bloques. Cada bloque cuenta con un cuestionario, se contesta ya sea de manera escrita o grabando los audios (opcional), y se guarda para su posterior análisis la Figura 4.9, muestra la interfaz que corresponde al módulo de respuesta de los cuestionarios.



**Figura 4.9. Interfaz del módulo de respuesta de cuestionario.**

La herramienta para la extracción del conocimiento tácito del conocimiento de la organización contiene 5 módulos principales: acceso, alta de organizaciones, alta de usuarios, agenda de entrevista, conocimiento del entorno (encuesta para extraer el conocimiento tácito de la organización), módulo de análisis, conformación de procesos, establecimiento del entorno y finalmente el módulo de administración general al que solo tiene acceso el administrador de la herramienta.

#### **4.1.11 Automatización del análisis de la información de las entrevistas.**

La herramienta para la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones permite la automatización de esta fase de la metodología, mediante la interfaz de análisis de las respuestas de los entrevistados. El análisis es realizado por parte del administrador en su fase de analista. Accediendo al sistema, es posible revisar las respuestas escritas o los audios en que se grabaron de las mismas, se identifican los elementos de proceso detectados como herramientas, procesos, artefactos, metodologías, actividades, roles, entradas, salidas, fases, metas, características, prácticas, áreas de conocimiento, entrenamiento, modelos, estándar, técnicas. En base a este análisis se pueden ir agregando en tiempo real los correspondientes diagramas y elementos del proceso mediante la creación de un nuevo diagrama de procesos, obteniendo como resultado los gráficos de cobertura de acuerdo a los componentes encontrados.

El proceso de análisis y formalización de los procesos se divide en 4 pasos principales:

Paso 1: Analizar las respuestas a los cuestionarios o los audios grabados.



Paso 3: Identificar actividades.

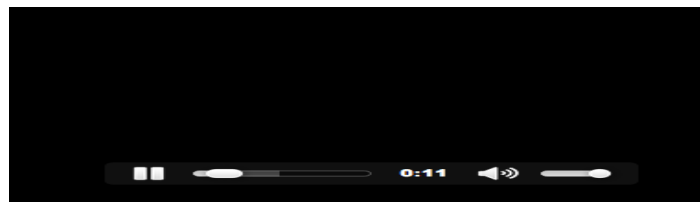
Paso 2: Crear diagramas de proceso por cada bloque y por cada entrevistado.

#### 4.1.12 Analizar las respuestas a los cuestionarios o los audios grabados.

Para iniciar el proceso de formalización de los procesos de organización, el primer paso es el análisis de las respuestas. En esta actividad el administrador, accede a la herramienta, elige en la sección respuestas las respuestas del entrevistado y revisa bloque por bloque las preguntas para la detección de los procesos y elementos, así, en caso de detectar un proceso y sus elementos la interfaz le permite agregar un nuevo proyecto, actividades o elementos interrelacionados. En caso de que las respuestas hayan sido grabadas, se escucha el audio; esto se realiza con un reproductor que la herramienta posee y que permite iniciar y detener el audio para obtener un buen análisis. La Figura 4.10, muestra la interfaz gráfica del módulo de análisis de las respuestas de los entrevistados mediante el análisis de los cuestionarios en modo texto y la Figura 4.11, muestra el análisis con el reproductor de los audios de las entrevistas.



**Figura 4.10. Interfaz de análisis de las respuestas de los entrevistados (texto).**



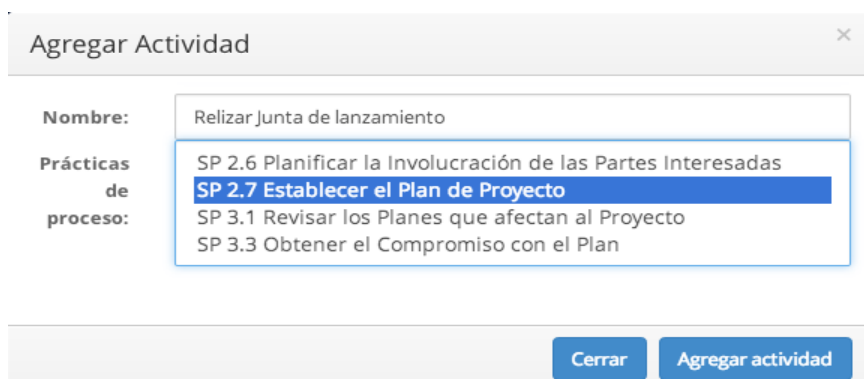
**Figura 4.11. Interfaz de análisis de las respuestas de los entrevistados (Audio).**

### 4.1.13 Realizar Diagramas.

Cuando se analizan las respuestas de un entrevistado la herramienta automáticamente crea el diagrama del proceso correspondiente, pues tal y como se había especificado, un bloque de preguntas satisface la información de un área de proceso determinada, de manera que por ejemplo si se analiza el bloque uno, se crea automáticamente el diagrama del procesos de planificación.

### 4.1.14 Identificar actividades.

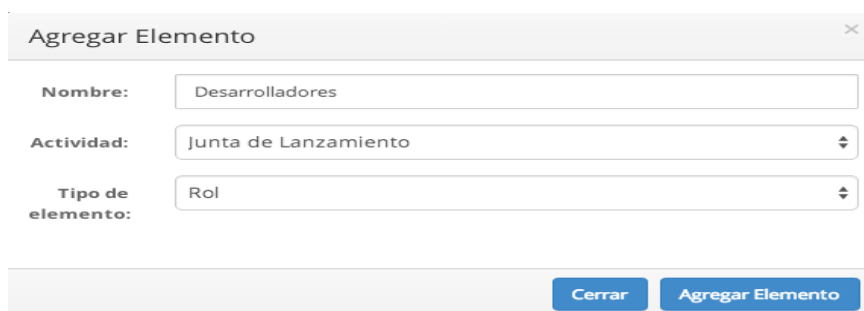
Cuando se ha detectado una actividad la herramienta permite agregar las actividades que se van detectando al realizar el análisis de las respuestas, y que pertenecen a un proceso determinado. Las actividades se guardarán en la base de datos al registrarlos mediante esta interfaz que muestra la Figura 4.12.



**Figura 4.12. Interfaz para Identificación y registro de una actividad.**

### 4.1.15 Agregar Elemento.

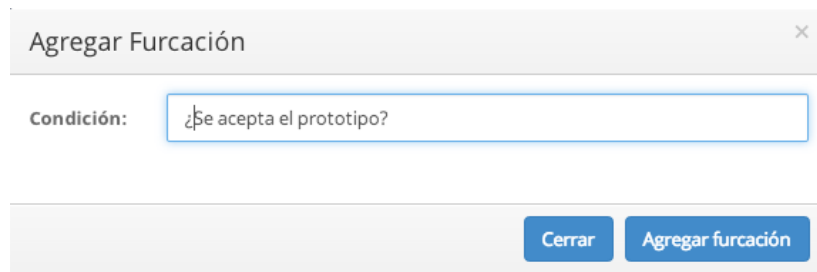
Los elementos que contenga un proceso y que estén relacionados con las actividades del proceso se registran en esta interfaz (Ver Figura 4.13), y se almacenan en la base de datos al igual con la relación que existe con la actividad.



**Figura 4.13. Interfaz gráfica para agregar elementos de proceso.**

#### 4.1.16 Agregar Furcación.

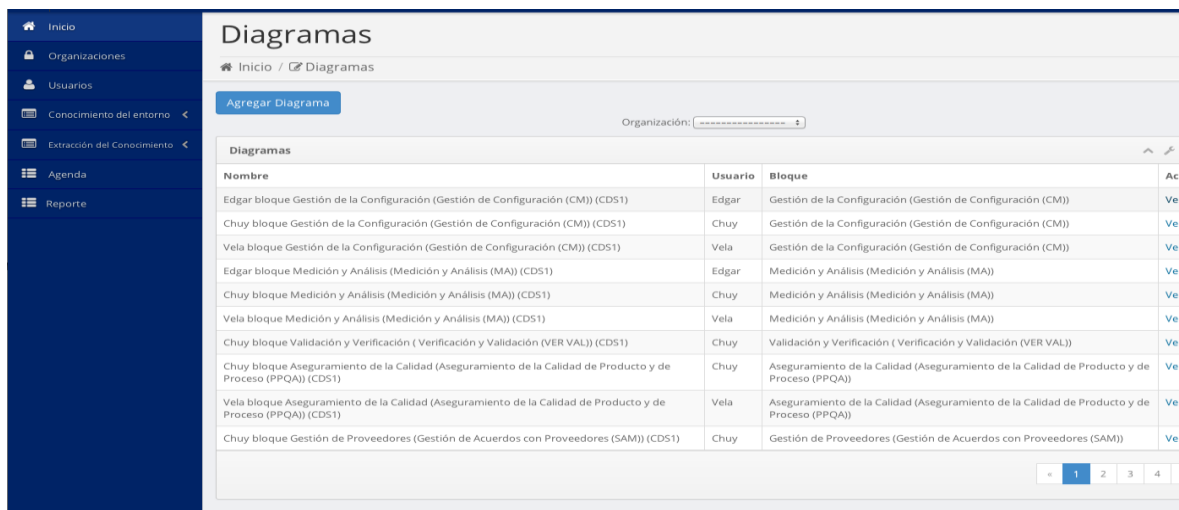
Cuando el analista detecta que a una actividad puede conectarse con dos diferentes actividades posteriores de acuerdo a una decisión que implique el seguir un camino u otro, debe insertar una furcación en el proceso, así se va conformando el diagrama de cada proceso, las furcaciones al igual que las actividades se almacenan en la base de datos. La interfaz para agregar furcaciones se muestra en la Figura 4.14.



**Figura 4.14. Interfaz gráfica para agregar furcaciones.**

#### 4.1.17 Revisión de diagramas.

Para realizar esta actividad la herramienta permite visualizar, los diagramas por entrevistado y por bloque o proceso. Para facilitar la revisión se muestran los diagramas realizados en la interfaz diagramas que se muestra en la Figura 4.15.

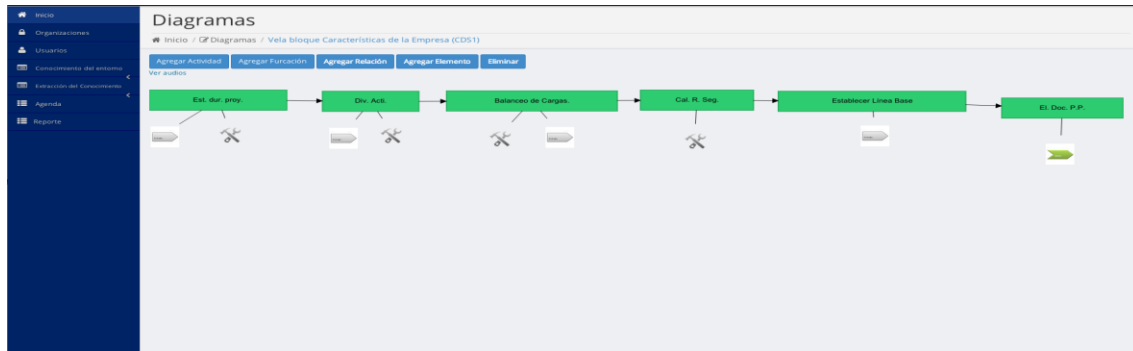


Nombre	Usuario	Bloque	Acción
Edgar bloque Gestión de la Configuración (Gestión de Configuración (CM)) (CDS1)	Edgar	Gestión de la Configuración (Gestión de Configuración (CM))	Ver
Chuy bloque Gestión de la Configuración (Gestión de Configuración (CM)) (CDS1)	Chuy	Gestión de la Configuración (Gestión de Configuración (CM))	Ver
Vela bloque Gestión de la Configuración (Gestión de Configuración (CM)) (CDS1)	Vela	Gestión de la Configuración (Gestión de Configuración (CM))	Ver
Edgar bloque Medición y Análisis (Medición y Análisis (MA)) (CDS1)	Edgar	Medición y Análisis (Medición y Análisis (MA))	Ver
Chuy bloque Medición y Análisis (Medición y Análisis (MA)) (CDS1)	Chuy	Medición y Análisis (Medición y Análisis (MA))	Ver
Vela bloque Medición y Análisis (Medición y Análisis (MA)) (CDS1)	Vela	Medición y Análisis (Medición y Análisis (MA))	Ver
Chuy bloque Validación y Verificación ( Verificación y Validación (VER VAL)) (CDS1)	Chuy	Validación y Verificación ( Verificación y Validación (VER VAL))	Ver
Chuy bloque Aseguramiento de la Calidad (Aseguramiento de la Calidad de Producto y de Proceso (PPQA)) (CDS1)	Chuy	Aseguramiento de la Calidad (Aseguramiento de la Calidad de Producto y de Proceso (PPQA))	Ver
Vela bloque Aseguramiento de la Calidad (Aseguramiento de la Calidad de Producto y de Proceso (PPQA)) (CDS1)	Vela	Aseguramiento de la Calidad (Aseguramiento de la Calidad de Producto y de Proceso (PPQA))	Ver
Chuy bloque Gestión de Proveedores (Gestión de Acuerdos con Proveedores (SAM)) (CDS1)	Chuy	Gestión de Proveedores (Gestión de Acuerdos con Proveedores (SAM))	Ver

**Figura 4.15. Visualización de los diagramas de los procesos de la organización.**

Cuando se elige el diagrama a visualizar, el administrador puede observar y editar el proceso que representa el conocimiento tácito formalizado en forma de diagrama, agregar las

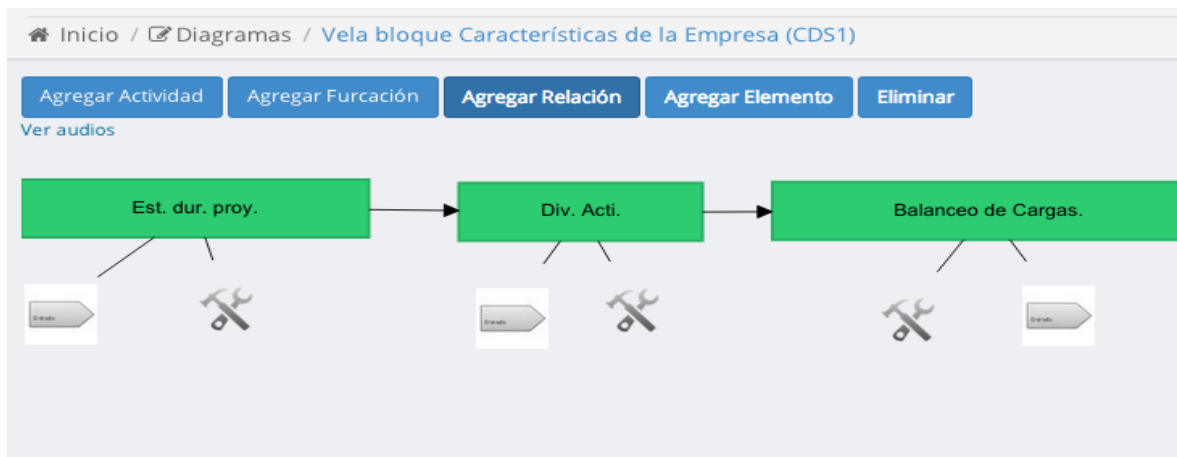
relaciones entre las actividades que lo conforman, editar los elementos (quitar o agregar). La interfaz que permite realizar estas actividades se muestra en la Figura 4.16.



**Figura 4.16. Interfaz de diagramas.**

#### 4.1.18 Agregar Relación.

Esta función permite agregar las relaciones que el analista detecte entre las actividades que conforman un proceso, las relaciones se almacenan en la base de datos, la interfaz de los diagramas permite agregar relaciones mediante el botón agregar relación, un ejemplo se observa en la Figura 4.17.

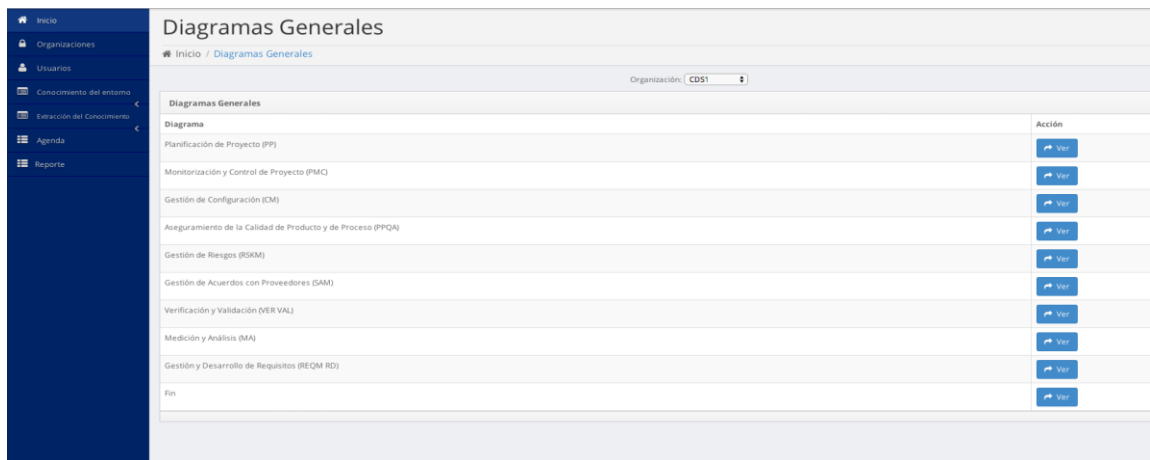


**Figura 4.17. Opción para agregar una relación en la interfaz de los diagramas de proceso.**

#### 4.1.19 Automatización de la identificación de actividades genéricas.

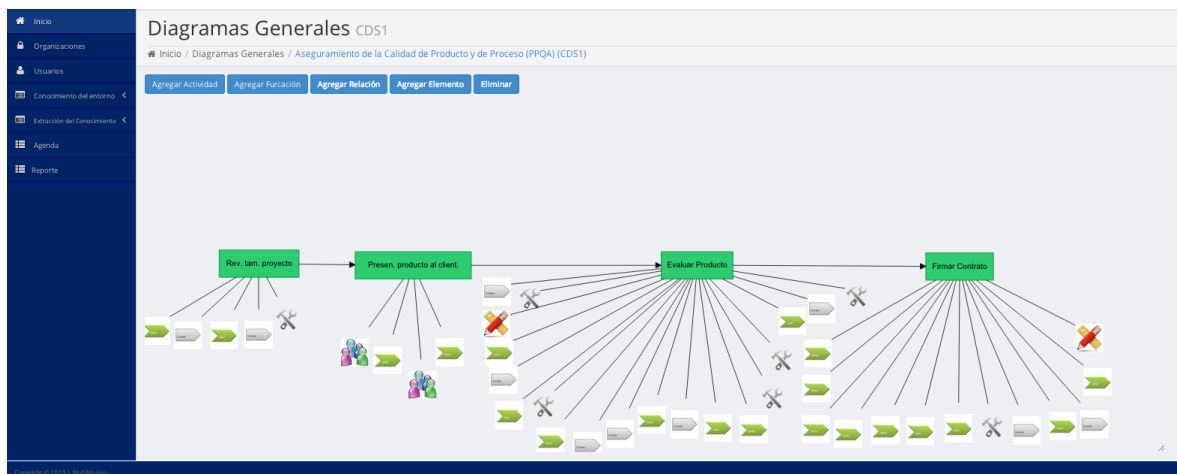
La herramienta permite la automatización de la identificación de las actividades genéricas mediante el módulo de conformación de diagramas generales. En este módulo se realiza de manera automática la comparación de los diagramas de los procesos de cada entrevistado por cada área de proceso, el fin de esta actividad es conformar un diagrama genérico por cada proceso. Los diagramas conformados se muestran accediendo al menú

Diagramas Generales, el cuál redirige a la interfaz del mismo nombre en la cual, se elige la organización y se muestran los diagramas generales existentes. La Figura 4.18, muestra la interfaz de que permite la visualización de los diagramas genéricos de la organización.



**Figura 4.18. Interfaz de diagramas generales existentes.**

Finalmente los diagramas para observar un diagrama general se presiona el botón ver de la derecha, este envía a la interfaz que muestra el diagrama genérico, donde el administrador puede editar (agregar o eliminar actividades), relacionar la actividades y agregar furcaciones, la Figura 4.19, muestra la interfaz de diagrama genérico.



**Figura 4.19. Interfaz de diagramas generales específicos.**

## 4.2 Método de aplicación de la investigación

Con el objetivo de favorecer la implementación de mejoras de procesos de software y la investigación en esta área, la ingeniería de software adapta y se apoya en métodos de otras disciplinas para comprobar y mejorar el diseño y desarrollo de los productos resultantes de una investigación. Algunos de los métodos empíricos de investigación que permiten llevar

a cabo esto se encuentran: los experimentos controlados, los casos de estudio, las encuestas y los análisis post-mortem, que permiten evaluar y comprobar los resultados de una investigación. Por lo que se considera que estos métodos empíricos proporcionan una base científica para validar los resultados del desarrollo e investigación de este trabajo de tesis. A continuación se describen brevemente cada uno de los métodos empíricos mencionados.

- Experimentos controlados: el objetivo de este tipo de los experimentos controlados es manipular una o más variables de acuerdo a niveles o medidas establecidas, las cuales se analizan mediante estadística.
- Caso de estudio: el caso de estudio se utiliza para supervisar proyectos, actividades o tareas. Los datos son recogidos para un propósito específico durante todo el estudio. El caso de estudio es un estudio observacional, mientras que los experimentos se controlan.
- Encuestas: una encuesta es a menudo una investigación realizada en retrospectiva. Los resultados de la encuesta se analizan para extraer conclusiones descriptivas y explicativas, obteniendo datos cualitativos y cuantitativos.
- Análisis post-mortem: este tipo de método empírico se desarrolla tras finalizar un evento o proyecto. Por ejemplo, este análisis se realiza sobre la documentación de un proyecto (análisis de archivos, mediante entrevistas a personas ya sea de manera individual o en grupo, las cuales han participado en el objeto que se está analizando).

Para realizar la evaluación y comprobación de los resultados con el desarrollo de la herramienta para la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones se seleccionó el método empírico “caso de estudio” [105].

### 4.3 Caso de estudio

Un caso de estudio se basa en la observación de un proyecto en curso o actividad dentro de un espacio de tiempo determinado, para evaluar el cómo y porqué ocurren determinados eventos o fenómenos dentro de un contexto o dominio [105]. Además este método permite incluir otros métodos de investigación empírica (entrevistas, encuestas, análisis de documentación, entre otros.)

Para llevar a cabo el caso de estudio, este se estructura en cinco pasos:

- Diseño del caso de estudio
- Preparación para la recogida de datos
- Recogida de datos
- Análisis de datos
- Presentación de informes

A continuación se describen cada uno de los cinco pasos para llevar a cabo el caso de estudio.

#### **4.3.1 Diseño del caso de estudio**

En este paso se especifican los objetivos, la planificación del caso de estudio, las preguntas de la investigación y los métodos para la recopilación de los datos.

#### **4.3.2 Objetivo del caso de estudio**

El objetivo de este caso de estudio la implementación de la herramienta para la extracción de conocimiento tácito de las organizaciones de desarrollo de software en un entorno real de desarrollo de software, que permita un posterior análisis de los resultados que arroje la herramienta para comprobar su funcionamiento.

#### **4.3.3 Lugar de aplicación del caso de estudio**

Dentro de la ingeniería de software, una unidad de análisis se refiere a un proyecto, un evento en particular, un producto de trabajo específico. Por lo que elegir ésta unidad de análisis es sumamente importante, ya que de esta manera garantizará que el caso de estudio se centre en los objetivos definidos [105]. De acuerdo a esta premisa el caso de estudio se contempló realizar el caso de estudio en la siguiente institución:

- Empresa 1, es un Centro de Desarrollo de Software (CDS) perteneciente a una universidad del estado de Zacatecas, dedicado a la producción de sistemas internos para la universidad y con futuros proyectos a clientes externos. Su principal objetivo es el desarrollo de sistemas requeridos por los diferentes departamentos de la universidad ofreciendo soluciones integrales de acuerdo a sus necesidades.
- Empresa 2, es una Coordinación de Sistemas de Información (CSI) que funge como una Dirección Administrativa de la Secretaría de Administración del Gobierno de Estado de Zacatecas. Este organismo se encarga de proveer el software y servicios de TI para los distintos departamentos de gobierno. La metodología en base a la herramienta se aplica para comprobar la coherencia sobre el conocimiento de los procesos de desarrollo en los distintos niveles jerárquicos y en caso de que esta no exista, conformar un proceso general derivado del conocimiento tácito del personal.

Para cada caso de estudio se realizaron los pasos descritos a continuación, si bien para mayor comprensión se describe uno de ellos (El del CDS) por completo. En orden a evitar replicación de información, se muestra solo el resultado del segundo caso de estudio al final de esta sección.

#### 4.3.4 Preguntas de investigación

Las preguntas de investigación se construyen a partir del objetivo del caso de estudio, dichas preguntas evolucionan durante el desarrollo del caso de estudio [105]. En este caso, las preguntas de investigación para este caso de estudio surgen a partir de la problemática planteada en la sección 1.3 para ser respondidas por los resultados obtenidos con el desarrollo de la herramienta y basados en las preguntas que conforman cada bloque que integra la entrevista.

- ¿La herramienta permite implementar todos los pasos que conlleva la aplicación del protocolo de la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones de desarrollo de software?
- ¿La herramienta permite detectar los principales elementos del proceso de desarrollo?
- ¿La herramienta establece un proceso genérico de acuerdo a la percepción que tienen?
- ¿La herramienta favorece la disminución de la problemática establecida (Resistencia al cambio, Costo de implementación de mejoras, Costo de auditorías)?

#### 4.3.5 Preparación para la recogida de datos

De acuerdo con [105], se definen 3 categorías de métodos para la recopilación de datos:

- 1.- Directos (entrevistas),
- 2. Indirectos (herramientas de evaluación).
- 3. Independientes (Análisis de documentación).

En ese contexto, para este caso de estudio se utilizaron los siguientes métodos:

- Directo (Entrevistas): Este método se encuentra contenido en la herramienta mediante el módulo de aplicación de la *Extracción del Conocimiento Tácito*, el cuál es una entrevista dividida en 9 bloques que contienen cada uno una serie de preguntas, cada bloque cubre las necesidades de un área de proceso dentro de la organización, para definir el cuestionario los autores de protocolo se basaron en el modelo CMMI [7], uno de los más extendidos y utilizados en la industria del software y que cubre todo el proceso de desarrollo de software, las áreas de proceso que se cubren mediante la aplicación de este módulo son:
  - Planificación de proyecto.
  - Monitoreo y control del proyecto.
  - Gestión de riesgos.



- Gestión de requisitos.
- Satisfacción del cliente.
- Gestión de proveedores.
- Entrenamiento de personal.
- Control de la calidad.
- Gestión de la Configuración.
- Herramientas de evaluación: la herramienta para la extracción del conocimiento tácito de la organización, mediante el módulo de análisis y formalización de los procesos y la conformación de un proceso genérico.

#### 4.3.6 Recogida de datos

Para llevar a cabo este caso de estudio utilizó el módulo de entrevistas de la herramienta para la extracción del conocimiento tácito de la organización, que permite la recolección de información de tres de los involucrados en el proceso del CDS y del CSI para el desarrollo de software.

#### 4.3.7 Descripción de los involucrados en el caso de uso

Para la realización del caso de uso se estableció un acuerdo entre el director de la organización, y uno de los administradores de la herramienta con el objetivo de implementar la herramienta y la metodología del protocolo en el Centro de Desarrollo de Software de la institución, con la concertación se definieron los siguientes puntos:

- **Representante:** Se designó un representante conocedor del personal y de todos los procesos que se llevan a cabo en la organización a este representante se le asignó la función de seleccionar y registrar a tres de los entrevistados.
- **Entrevistados:** Se eligieron tres de los principales expertos pertenecientes a los distintos niveles del organigrama organizacional (Alta gerencia, dirección de proyectos y operativo) y conocedores de los procesos de desarrollo en la organización, se procuró que entre sus cualidades sean individuos que puedan proveer el conocimiento tácito que sirve como información a la herramienta.

Por parte de la sección de administración del proyecto, el autor de este artículo fungió como administrador del proyecto en el caso de estudio y la herramienta, cuando la información se obtuvo, el mismo autor realizó las funciones de analista con el fin de formalizar los procesos de la organización.

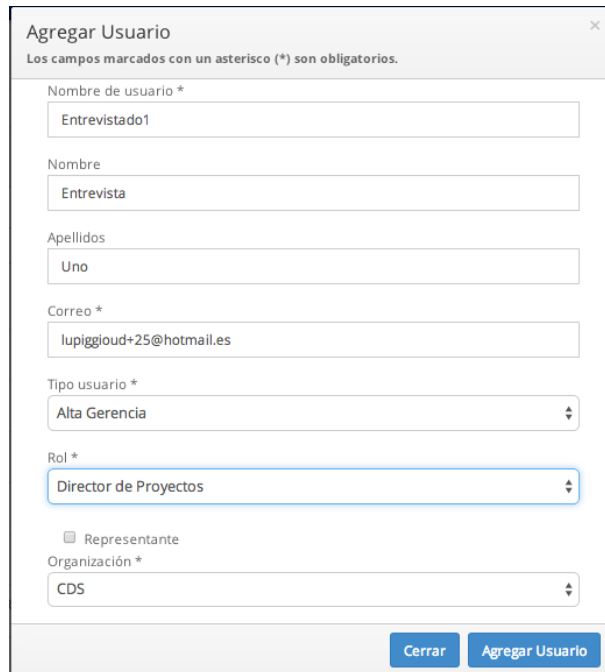
La secuencia del caso de estudio se estructura en una serie de 10 pasos, los cuales se describen en el siguiente capítulo.

Mediante la aplicación del caso de estudios en el centro de desarrollo de software de la universidad ya mencionada, se obtuvieron diversos datos en el análisis. Estos datos sirvieron

para establecer y formalizar un proceso genérico, este proceso obtenido se presentó a la gerencia de la organización y a los entrevistados para confirmar si el proceso constituido reflejaba las actividades principales de desarrollo que se llevaban a cabo en la organización. La respuesta que se obtuvo fue la aprobación del proceso, los resultados del caso de estudio se presentan a continuación.

#### 4.3.8 Registro de Entrevistados y agenda de la entrevista

Para establecer el lugar, fecha y hora de las entrevistas, el representante registró a los tres entrevistados, en la herramienta para la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones, la Figura 4.20, muestra este proceso.

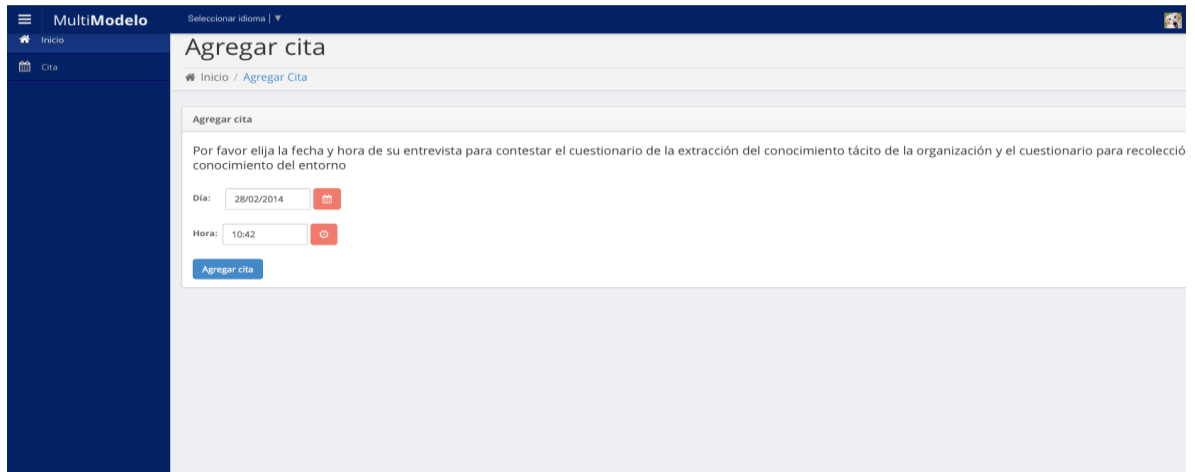


**Figura 4.20. Registro de entrevistado por el representante del CDS**

Cuando fueron registrados los entrevistados recibieron las notificaciones vía correo electrónico, ingresaron al sistema, eligieron la fecha y hora para la realización de las entrevistas mediante el módulo de agenda del sistema, las fechas elegidas fueron:

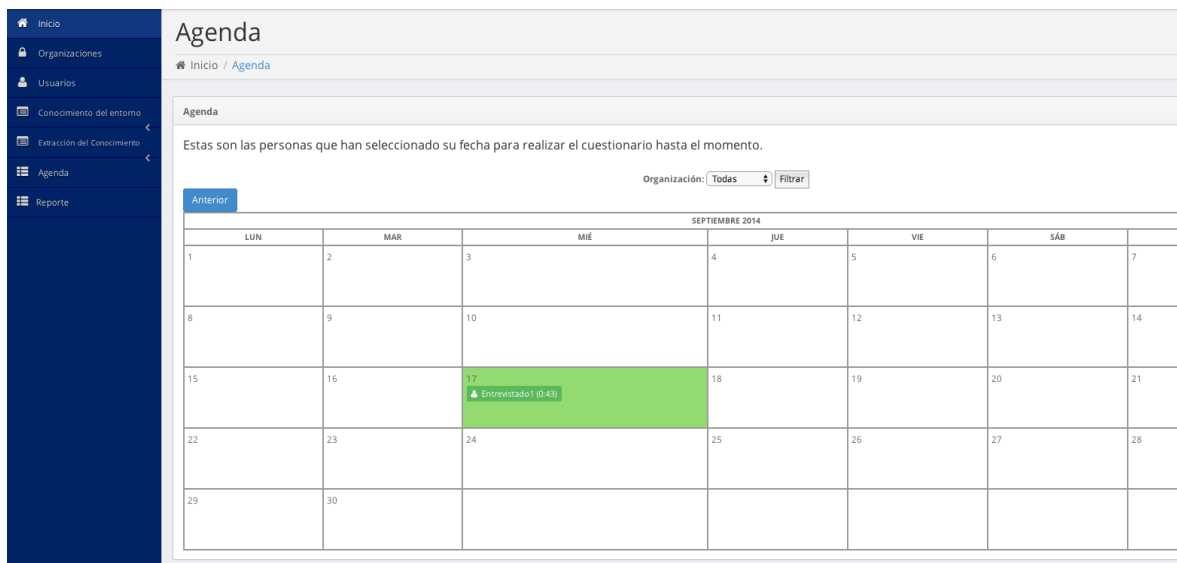
- Lunes 28 de febrero 10: 00 a.m. Entrevistado 1 (Nivel Gerencial).
- Miércoles 1 de mayo 10:00 a.m. Entrevistado 2 (Operador/Desarrollador).
- Miércoles 1 de mayo 12:00 a.m. Entrevistado 3 (Dirección de Proyectos).

La Figura 4.21, muestra el ejemplo de la agenda de la entrevista por parte de uno de los integrantes de la organización en la que se llevó a cabo el caso de estudio.



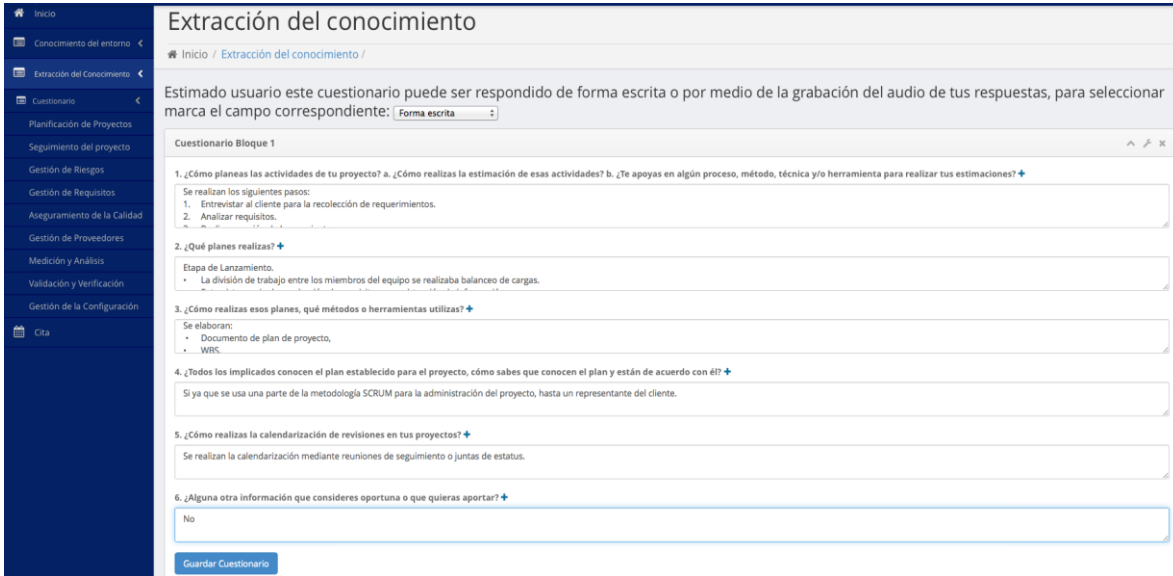
**Figura 4.21. Agenda de la entrevista del Entrevistado 1.**

Quando los entrevistados eligieron la fecha de su entrevista, el administrador pudo observar las agendas mediante la interfaz de agenda del administrador, la Figura 4.22, muestra este módulo.



**Figura 4.22. Interfaz de monitorización de Agenda del administrador.**

Quando la fecha de la cita para la entrevista llegó, los entrevistados accedieron a la herramienta y contestaron cada uno de los bloques del cuestionario de la extracción de conocimiento tácito de las organizaciones. La Figura 4.23, muestra un ejemplo de cómo un entrevistado responde a un bloque del cuestionario.



**Extracción del conocimiento**

Inicio / Extracción del conocimiento /

Estimado usuario este cuestionario puede ser respondido de forma escrita o por medio de la grabación del audio de tus respuestas, para seleccionar marca el campo correspondiente:

**Cuestionario Bloque 1**

1. ¿Cómo planeas las actividades de tu proyecto? a. ¿Cómo realizas la estimación de esas actividades? b. ¿Te apoyas en algún proceso, método, técnica y/o herramienta para realizar tus estimaciones? +

Se realizan los siguientes pasos:

- Entrevistar al cliente para la recolección de requerimientos.
- Analizar requisitos.

2. ¿Qué planes realizas? +

Etapas de Lanzamiento.

- La división de trabajo entre los miembros del equipo se realizaba balanceo de cargas.

3. ¿Cómo realizas esos planes, qué métodos o herramientas utilizas? +

Se elaboran:

- Documento de plan de proyecto,
- WBS.

4. ¿Todos los implicados conocen el plan establecido para el proyecto, cómo sabes que conocen el plan y están de acuerdo con él? +

Si ya que se usa una parte de la metodología SCRUM para la administración del proyecto, hasta un representante del cliente.

5. ¿Cómo realizas la calendarización de revisiones en tus proyectos? +

Se realizan la calendarización mediante reuniones de seguimiento o juntas de estatus.

6. ¿Alguna otra información que consideres oportuna o que quieras aportar? +

**Figura 4.23. Ejemplo de respuesta del cuestionario del entrevistado 1.**

### 4.3.9 Análisis de la Información de las Entrevistas

Cuando los entrevistados contestaron sus cuestionarios, el sistema envió un mensaje al analista vía correo electrónico, notificando que se había terminado de capturar la información y que se podía proceder al análisis, así de manera detallada se revisó cada una de las respuestas de los entrevistados. En el análisis se ordenaron los resultados por cada proceso definido por bloque, de esta manera se obtuvieron los resultados que se describen a continuación.

### 4.3.10 Proceso: Planificación del proyecto

Para el análisis de esta investigación se estableció el análisis del proceso de planificación de proyecto, realizado en el CDS, si bien, la herramienta realiza la extracción del conocimiento de acuerdo a la metodología y cubre todos y cada uno de los bloques propuestos en esa, para fines prácticos solo se toma como ejemplo este bloque.

#### 4.3.10.1 Entrevista 1

A continuación se detallan los resultados de la primera entrevista, si bien los entrevistados y la organización pidieron guardar el anonimato, se describen los datos del primer experto del CDS del que se obtuvo información. Los datos del primer entrevistado son:

- Entrevistado: Entrevistado 1.
- Nivel en la organización: Líder de proyecto.

#### 4.3.10.1.1 Respuestas del entrevistado.

Al aplicar la entrevista el entrevistado respondió el cuestionario para la extracción del conocimiento tácito de la organización, específicamente el módulo de planificación del proyecto, mediante las siguientes respuestas:

- Utilización de metodología de TSPI y CMMI.
- Process Dashboard –herramienta
- Uso de Delphi para estimación de la duración del proyecto.
- Etapa de Lanzamiento.
- Se basaba en WBS para la división de actividades.
- La división de trabajo entre los miembros del equipo se realizaba balanceo de cargas.
- Entrevista previa de recolección de requisitos para obtención de información.
- Línea base sujeta a cambios.
- Calendarización en base a TSPI, reunión de seguimiento y revisión o junta de estatus, utilizando valor ganado.
- Las planeaciones se basaban en las etapas de lanzamiento del método de TSPI:
  - Decisión de objetivos de equipo.
  - Objetivo individual.
  - Objetivo de productos.
  - Plan de riesgos.
  - Documento de calidad.
  - Diseño por cada etapa de TSPI.

#### 4.3.10.1.2 Descripción del proceso:

Del análisis de las respuestas que dio el primer entrevistado se obtuvieron las actividades del proceso, las cuales se describen a continuación.

- Entrevistar al cliente para la recolección de requerimientos.
- Analizar requisitos.
- Realizar reunión de Lanzamiento.
- Estimar la duración de proyecto.
- Realizar división de actividades.
- Hacer el balanceo de cargas.
- Establecer la línea base.
- Realizar la calendarización de reuniones de seguimiento o juntas de estatus.
- Elaborar documento de plan de proyecto.

### 4.3.10.1.3 Diagrama de área de proceso: Planificación de proyecto.

Quando se hubo detectado el proceso, sus actividades, elementos y furcaciones, mediante el análisis de las respuestas del entrevistado se conformó el diagrama individual del entrevistado 1. De esta manera, se obtuvo el primer diagrama de planificación de proyecto. La Figura 4.24, muestra el diagrama del proceso de planificación del CDS, obtenido de las respuestas del entrevistado 1.



**Figura 4.24. Proceso de planificación en el CDS Entrevistado 1.**

### 4.3.10.1.4 Elementos de proceso detectados en las respuestas del entrevistado 1.

Los elementos de proceso detectados en el análisis de las respuestas y la conformación del proceso se describen a continuación en la Tabla 4.1.

**Tabla 4.1. Elementos de proceso detectados en el análisis de las respuestas entrevista 1.**

Elementos estructurales del proceso	Conceptos identificados
Proceso	Planeación
Artefacto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documento de plan de proyecto,</li> <li>• WBS,</li> <li>• Planeación en Process Dashboard,</li> <li>• Minuta de reunión de lanzamiento.</li> <li>• WBS con división de actividades.</li> <li>• Planeación en Process Dashboard.</li> <li>• Documento de duración de proyecto.</li> </ul>
Herramienta	Process Dashboard, WBS, Delphi.
Métrica	Tiempo de duración del proyecto.
Actividad	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrevistar al cliente para la recolección de requerimientos.</li> <li>2. Analizar requisitos.</li> <li>3. Realizar reunión de Lanzamiento.</li> <li>4. Estimar la duración de proyecto.</li> <li>5. Realizar división de actividades.</li> <li>6. Hacer el balanceo de cargas.</li> </ol>

Elementos estructurales del proceso	Conceptos identificados
	7. Establecer la línea base. 8. Realizar la calendarización de reuniones de seguimiento o juntas de estatus. 9. Elaborar documento de plan de proyecto.
Roles	Desarrolladores.
Entrada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de requerimientos</li> </ul>
Salida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documento de plan de proyecto.</li> <li>• WBS.</li> <li>• Planeación en Process Dashboard.</li> <li>• Minuta de reunión de lanzamiento.</li> <li>• WBS con división de actividades.</li> <li>• Planeación en Process Dashboard.</li> </ul> Documento de duración de proyecto.
Metodología	TSPI

#### 4.3.10.1.5 Diccionario de términos entrevistado 1.

Los principales conceptos detectados sobre el proceso de planificación que el entrevistado 1 expresó en sus respuestas, establecen la base para la conformación del diccionario de términos, el cuál se describe a continuación en la Tabla 4.2.

**Tabla 4.2. Diccionario de términos entrevista 1.**

Concepto	Conceptos identificados
TSP/TSPI	Se refiere a la metodología Team Software Process para desarrollo de software.
CMMI	Modelo Integración de Madurez y Capacidad, es un conjunto de mejores prácticas enfocadas el desarrollo y evaluación de los procesos de producción de productos de software.
METODOLOGÍA	Véase el término “Metodología” en la descripción de componentes o términos del modelo genérico utilizado para la realización de este estudio.
PROCESS DASHBOARD	Herramienta que brinda una plataforma para proveer soporte en la planeación, determinación de entregas, calendarios y fechas de avances de los proyectos en el desarrollo de software.
DELPHI	Es una metodología o técnica para obtención de información cualitativa, véase metodología en el diccionario de términos del modelo genérico.
WBS	Es una técnica de planificación de proyectos basada en la descomposición del proyecto en una estructura de tareas más simples.
BALANCEO DE CARGAS	Se refiere a la repartición equitativa de actividades a realizar entre los miembros del equipo de desarrollo para la realización de un proyecto.
SRS	Especificación de requerimientos de software (SRS por sus siglas en inglés), es un documento en el cual se plasman los requisitos de un

Concepto	Conceptos identificados
	cliente de acuerdo a un conjunto de necesidades expresadas por él mismo,
TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE REQUISITOS	Se refiere a las diferentes formas de recolección de requerimientos, puede ser una entrevista, un cuestionario, una junta con varios ejecutivos, etc.
RUP	Metodología de desarrollo de software, conocida como proceso unificado racional, en el contexto, fue una de las primeras metodologías aplicadas en el CDS-UPZ.
XP	Metodología ágil de desarrollo de software, el entrevistado menciona que ha sido utilizada como formación en cuanto a conocimiento entre los integrantes del CDS-UPZ.
SCRUM	Metodología ágil de desarrollo de software, el entrevistado menciona que ha sido utilizada como formación en cuanto a conocimiento entre los integrantes del CDS-UPZ.
PRUEBAS DE UNIDAD	Se refiere a las serie de pruebas enfocadas a comprobar el correcto funcionamiento de un módulo de producto de software.
PROTOTIPOS	Son avances funcionales o módulos de un producto de software que se presentan al cliente, según el contexto que se la da en el CDS-UPZ.
PRUEBAS POR PARES	Revisión aplicada a los módulos o productos de software, generalmente debe ser aplicada por personas ajenas al proyecto de desarrollo, sin embargo se puede confiar en el profesionalismo de los implicados, en el contexto el entrevistado menciona que en el CDS-UPZ, se realizan este tipo de pruebas.

#### 4.3.10.2 Entrevista 2

A continuación se describen las respuestas y los datos del segundo experto del CDS del que se obtuvo información. Los datos del segundo entrevistado son:

- Entrevistado: Entrevistado 2.
- Nivel en la organización: Operativo/Desarrollador.

##### 4.3.10.2.1 Respuestas del entrevistado.

Las respuestas detectadas en la aplicación del cuestionario para la extracción del conocimiento tácito, permitieron detectar la siguiente información, de acuerdo a la experiencia del segundo entrevistado.

- Utilización Process Dashboard (Herramienta)
- Estimación de duración del proyecto con base en process dashboard.
- Planeación en base a Process Dashboard.
- Reunión de planificación involucraba a todos los miembros del equipo.
- Se planificaban las fases de los requisitos del cliente, análisis y diseño, implementación y pruebas.



- Utilizaban metodologías TSP y RUP.
- Todos los miembros del equipo participaban en la planeación.
- Todos los miembros del equipo acordaban la división de actividades.
- Se calendarizaba las entregas del proyecto en Process Dashboard.

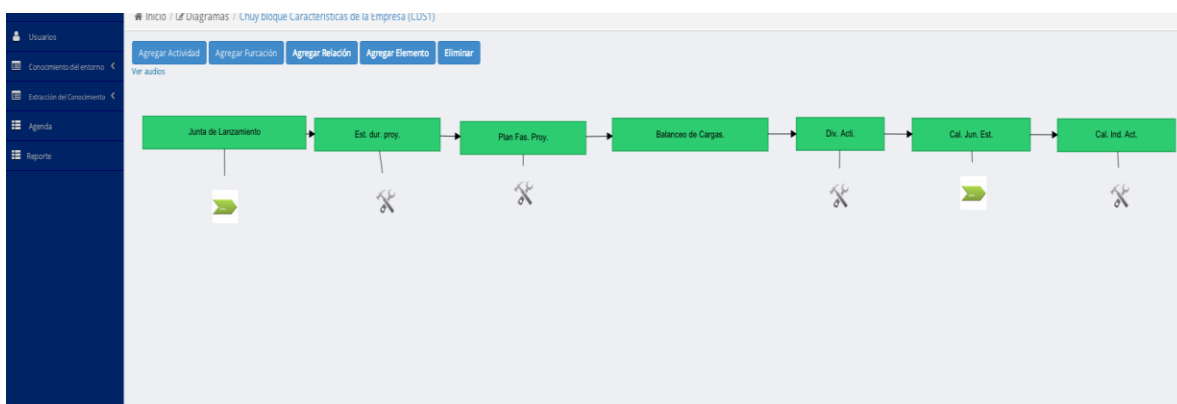
#### 4.3.10.2.2 Descripción del proceso:

Mediante la revisión de las respuestas, se obtuvieron las actividades del proceso de planificación de acuerdo a como el entrevistado las percibe. Las actividades principales de este proceso se describen a continuación.

- Realizar junta de lanzamiento.
- Planificación de fases del proyecto.
- Estimación de duración del proyecto.
- División de actividades.
- Cálculo individual de duración de actividades.
- Balanceo de cargas.
- Calendarización de reuniones de seguimiento o juntas de estatus.

#### 4.3.10.2.3 Diagrama de área de proceso: Planificación de proyecto.

Cuando se hubo detectado el proceso, sus actividades, elementos y furcaciones, mediante el análisis de las respuestas del entrevistado se conformó el diagrama individual del entrevistado 2. De esta manera, se obtuvo el segundo diagrama de planificación de proyecto. La Figura 4.25, muestra el diagrama del proceso de planificación del CDS, obtenido de las respuestas del entrevistado 2.



**Figura 4.25. Proceso de planificación obtenido de las respuestas del entrevistado 2.**

#### 4.3.10.2.4 Elementos de proceso detectados en las respuestas del entrevistado 2.

Los elementos de proceso detectados en el análisis de las respuestas del entrevistado 2 y la conformación del proceso se describen a continuación en la Tabla 4.3.

**Tabla 4.3. Elementos detectados en el análisis de la entrevista 2.**

<b>Elementos estructurales del proceso</b>	<b>Conceptos identificados</b>
Proceso	Planeación.
Artefacto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minuta de reunión de lanzamiento.</li> <li>• Planeación en Process Dashboard.</li> <li>• Documento de planificación.</li> </ul>
Herramienta	Process Dashboard.
Métrica	Tiempo de duración del proyecto.
Actividad	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar junta de lanzamiento.</li> <li>2. Planificación de fases del proyecto.</li> <li>3. Estimación de duración del proyecto.</li> <li>4. División de actividades.</li> <li>5. Cálculo individual de duración de actividades.</li> <li>6. Balanceo de cargas.</li> <li>7. Calendarización de reuniones de seguimiento o juntas de estatus.</li> </ol>
Roles	Desarrolladores.
Salida	Minuta de reunión de lanzamiento, Documento de planeación.
Metodología	TSPI RUP.

#### 4.3.10.2.5 Diccionario de términos entrevistado 2.

Los principales conceptos detectados sobre el proceso de planificación que el entrevistado 2 expresó en sus respuestas, establecen la base para la conformación del diccionario de términos, el cual se describe a continuación en la Tabla 4.4.

**Tabla 4.4. Diccarios de términos de la entrevista 2.**

<b>CONCEPTO</b>	<b>Conceptos identificados</b>
TSP/TSPI	Se refiere a la metodología Team Software Process para desarrollo de software.
METODOLOGÍA	Véase el término “Metodología” en la descripción de componentes o términos del modelo genérico utilizado para la realización de este estudio.
PROCESS DASHBOARD	Herramienta que brinda una plataforma para proveer soporte en la planeación, determinación de entregas, calendarios y fechas de avances de los proyectos en el desarrollo de software.
BALANCEO DE CARGAS	Se refiere a la repartición equitativa de actividades a realizar entre los miembros del equipo de desarrollo para la realización de un proyecto.
SRS	Especificación de requerimientos de software (SRS por sus siglas en inglés), es un documento en el cual se plasman los requisitos de un

	cliente de acuerdo a un conjunto de necesidades expresadas por él mismo,
TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE REQUISITOS	Se refiere a las diferentes formas de recolección de requerimientos, puede ser una entrevista, un cuestionario, una junta con varios ejecutivos, etc.
RUP	Metodología de desarrollo de software, conocida como proceso unificado racional, en el contexto, fue una de las primeras metodologías aplicadas en el CDS-UPZ.
PROTOTIPOS	Son avances funcionales o módulos de un producto de software que se presentan al cliente, según el contexto que se la da en el CDS-UPZ.

### 4.3.10.3 Entrevista 3

Las respuestas y los datos del tercer experto del CDS, muestran la utilización de metodologías ágiles en los procesos de desarrollo, se estableció una diferencia en cuanto a visión del proceso y se detectaron elementos de proceso diferentes. Los datos del tercer entrevistado son:

- Entrevistado: Entrevistado 3.
- Nivel en la organización: Líder de proyecto.

#### 4.3.10.3.1 Respuestas del entrevistado.

Las respuestas al cuestionario que el tercer entrevistado proporcionó se describen a continuación:

- Utilización de metodología de Scrum.
- Un encargado recolectaba los requisitos a través de historias de usuario.
- Una vez recolectadas las historias de usuario se realizaba una reunión de planeación para mostrarlas.
- Todos los involucrados revisaban las historias de usuario y escogen las historias más importantes.
- Se da prioridad a las historias ya seleccionadas con el planning póker.
- Se planean por días y el valor mínimo es medio día.
- Se planean los sprints que se van a realizar en todo un proyecto.
- Se planifica la duración del proyecto
- Se planea el número de sprints
- Se planea las fechas de demostración con el cliente.
- Planean las actividades con las historias de usuario y las descomponen en tareas
- Se utiliza la técnica de planning póker para estimación de la duración de cada tarea.
- Se realizan las reuniones con el cliente al finalizar cada sprint
- Se basaba en WBS para la división de actividades.

- Se realizan reuniones con todos los involucrados para calcular la duración del proyecto al inicio de un proyecto.
- Diariamente se realiza una reunión para resolver dudas y si es necesario corregir errores en la planeación.
- Al final de cada sprint se calculan los puntos de historias para ver la velocidad del equipo.
- La calendarización se realiza con el burndown, el cual es actualizado diariamente.

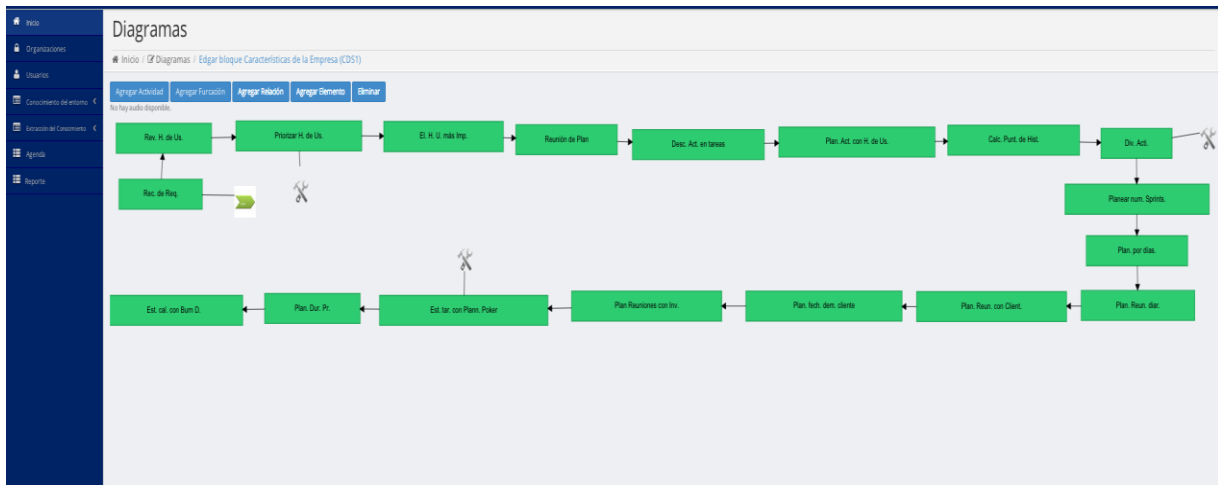
#### 4.3.10.3.2 Descripción del proceso:

El flujo del proceso detectado en el análisis de las respuestas del tercer entrevistado, permiten establecer el siguiente orden que sigue el proceso de planificación en el CDS.

- Recolectar los requisitos a través de historias de usuario.
- Realizar reunión de planeación.
- Revisar las historias de usuario.
- Elegir las historias más importantes.
- Priorizar las historias ya seleccionadas con el planning póker.
- Planear por días, el valor mínimo es medio día.
- Planear la duración del proyecto
- Planear el número de sprints.
- Planear fechas de demostración con el cliente.
- Planear las actividades con las historias de usuario.
- Descomponerlas actividades en tareas
- Estimar cada tarea con planning poker.
- Planear número de reuniones con el cliente al finalizar cada sprint
- Establecer WBS para la división de actividades.
- Planear reuniones con todos los involucrados para calcular la duración del proyecto al inicio de un proyecto.
- Planear reuniones diarias para resolver dudas y si es necesario corregir errores en la planeación.
- Calcular puntos de historia.
- Establecer calendarización con el burndown.

#### 4.3.10.3.3 Diagrama de área de proceso: Planificación de proyecto.

Cuando se hubo detectado el proceso, sus actividades, elementos y furcaciones, mediante el análisis de las respuestas del entrevistado se conformó el diagrama individual del entrevistado 3. De esta manera, se obtuvo el tercer diagrama de planificación de proyecto. La Figura 4.26, muestra el diagrama del proceso de planificación del CDS.



**Figura 4.26. Proceso de planificación en el CDS Entrevistado 3.**

#### 4.3.10.3.4 Elementos de proceso detectados en las respuestas del entrevistado 3.

Los elementos de proceso detectados en el análisis de las respuestas del entrevistado 3 y la conformación del proceso se describen a continuación en la Tabla 4.5.

**Tabla 4.5. Elementos de proceso detectados en el análisis de la entrevista 3.**

Elementos estructurales del proceso	Conceptos identificados
Proceso	Planeación
Artefacto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documento de plan de proyecto.</li> <li>• WBS.</li> <li>• Historias de usuario.</li> <li>• Documento de plan de proyecto.</li> </ul>
Herramientas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• WBS.</li> <li>• Burndown.</li> </ul>
Métrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo de duración del proyecto.</li> <li>• Puntos de historia.</li> <li>• Número de sprints.</li> </ul>
Actividad	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Recolectar los requisitos a través de historias de usuario.</li> <li>2. Realizar reunión de planeación.</li> <li>3. Revisar las historias de usuario.</li> <li>4. Elegir las historias más importantes.</li> <li>5. Priorizar las historias ya seleccionadas con el planning póker.</li> <li>6. Planear por días, el valor mínimo es medio día.</li> <li>7. Planear la duración del proyecto.</li> <li>8. Planear el número de sprints.</li> <li>9. Planear fechas de demostración con el cliente.</li> <li>10. Planear las actividades con las historias de usuario.</li> <li>11. Descomponerlas actividades en tareas.</li> <li>12. Estimar cada tarea con planning poker.</li> </ol>

Elementos estructurales del proceso	Conceptos identificados
	13. Planear número de reuniones con el cliente al finalizar cada sprint. 14. Establecer WBS para la división de actividades. 15. Planear reuniones con todos los involucrados para calcular la duración del proyecto al inicio de un proyecto. 16. Planear reuniones diarias para resolver dudas y si es necesario corregir errores en la planeación. 17. Calcular puntos de historia. 18. Establecer calendarización con el burndown.
Roles	Desarrolladores.
Entrada	Lista de requerimientos.
Salida	Documento de planeación.
Metodología	Scrum.
Técnica	Planning Poker.

#### 4.3.10.3.5 Diccionario de términos entrevistado 3.

Los conceptos detectados sobre el proceso de planificación que el entrevistado 3 expresó en sus respuestas, establecen la base para la conformación del diccionario de términos, el cuál se describe a continuación en la Tabla 4.6.

**Tabla 4.6. Diccionario de términos entrevista 3.**

CONCEPTO	Conceptos identificados
TSP/TSPI	Se refiere a la metodología Team Software Process para desarrollo de software.
CMMI	Modelo Integración de Madurez y Capacidad, es un conjunto de mejores prácticas enfocadas el desarrollo y evaluación de los procesos de producción de productos de software.
METODOLOGÍA	Véase el término “Metodología” en la descripción de componentes o términos del modelo genérico utilizado para la realización de este estudio.
WBS	Es una técnica de planificación de proyectos basada en la descomposición del proyecto en una estructura de tareas más simples.
Balanceo de cargas	Se refiere a la repartición equitativa de actividades a realizar entre los miembros del equipo de desarrollo para la realización de un proyecto.
SRS	Especificación de requerimientos de software (SRS por sus siglas en inglés), es un documento en el cual se plasman los requisitos de un cliente de acuerdo a un conjunto de necesidades expresadas por él mismo,
Técnica de recolección de requisitos	Se refiere a las diferentes formas de recolección de requerimientos, puede ser una entrevista, un cuestionario, una junta con varios ejecutivos, etc.

CONCEPTO	Conceptos identificados
RUP	Metodología de desarrollo de software, conocida como proceso unificado racional, en el contexto, fue una de las primeras metodologías aplicadas en el CDS-UPZ.
XP	Metodología ágil de desarrollo de software, el entrevistado menciona que ha sido utilizada como formación en cuanto a conocimiento entre los integrantes del CDS-UPZ.
SCRUM	Metodología ágil de desarrollo de software, el entrevistado menciona que ha sido utilizada como formación en cuanto a conocimiento entre los integrantes del CDS-UPZ.
Pruebas de unidad	Se refiere a las serie de pruebas enfocadas a comprobar el correcto funcionamiento de un módulo de producto de software.
Prototipos	Son avances funcionales o módulos de un producto de software que se presentan al cliente, según el contexto que se la da en el CDS-UPZ.
Pruebas por pares	Revisión aplicada a los módulos o productos de software, generalmente debe ser aplicada por personas ajenas al proyecto de desarrollo, sin embargo se puede confiar en el profesionalismo de los implicados, en el contexto el entrevistado menciona que en el CDS-UPZ, se realizan este tipo de pruebas.
Subversion	Sistema de control de versiones de archivos de código y de proyecto, en el contexto se crea un repositorio común a todos los desarrolladores para compartir y almacenar los archivos del proyecto.
Tortoise	Cliente de subversión, se utiliza principalmente para crear un repositorio o copia local de los archivos contenidos en el servidor subversión y para actualizar dicho repositorio.
Sprint	Cada una de las iteraciones o ciclos en que se divide un proyecto gestionado con SCRUM.
Historias de usuario	Son especificaciones de los requerimientos recolectados, se utilizan cuando se gestiona el proyecto con una metodología ágil, véase SCRUM, XP y Metodología.
Planning Poker	Técnica para asignar un peso específico a cada actividad, se utiliza en las metodologías ágiles como SCRUM, ver el concepto de Metodología o SCRUM.
Microsoft Office Word	Herramienta de la suite ofimática de Microsoft Office, en el contexto las hojas digitales de esta herramienta sirven para escribir los requisitos.
Burndown	Pila de actividades que se realizan en un proyecto gestionado con SCRUM.

#### 4.4 Conformación de procesos genéricos

Cuando se ha obtenido la información de cada entrevistado, se ha almacenado en la base de datos y se han elaborado los diagramas de los procesos que resultan del análisis, el siguiente paso es establecer un conjunto de procesos genéricos, esta función la realiza la herramienta mediante la contrastación de cada uno de los procesos descritos por los actores, y en base a la trazabilidad entre las respuestas de los entrevistados, esto permite establecer un conjunto procesos robusto para la organización y extraer el conocimiento tácito sobre las

actividades que se realizan en cada uno de los procesos de producción. De esta forma, se logró obtener un proceso general por cada área de procesos cubierta por el cuestionario para detectar el conocimiento del entorno. Un ejemplo de la conformación de un proceso genérico se observa a continuación con el objetivo de mostrar cómo se realiza esta actividad.

#### 4.4.1 Proceso genérico de planificación.

En esta etapa de la investigación para la extracción del conocimiento se analizan los resultados de los procesos obtenidos en cada una de las entrevistas, se contrastan las respuestas y se crea una tabla de trazabilidad, esta tabla refleja cada una de las actividades llevadas en cada proceso.

#### 4.4.2 Trazabilidad del proceso de planificación de proyecto.

La trazabilidad de los procesos establecidos por cada entrevistado se muestra a continuación, en la Tabla 4.7.

**Tabla 4.7. Trazabilidad entre el proceso de planificación de cada entrevistado.**

Etapa	Entrevistado	Proceso	Trazabilidad
Planeación	A).- Entrevistado 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevista al cliente para la recolección de requerimientos.</li> <li>• Reunión de Lanzamiento.</li> <li>• Estimación de duración de proyecto.</li> <li>• División de actividades.</li> <li>• Balanceo de cargas.</li> <li>• Establecimiento de línea base.</li> <li>• Calendarización de reuniones de seguimiento o juntas de estatus.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A: Entrevista al cliente para la recolección de requerimientos.</li> <li>• A, B,C: Reunión de Lanzamiento.</li> <li>• A,B,C: Estimación de duración de proyecto.</li> <li>• A,B,C: División de actividades.</li> <li>• A,B,C: Balanceo de cargas.</li> <li>• A,B,C: Calendarización de reuniones de seguimiento o juntas de estatus.</li> </ul>
	B).- Entrevistado 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar junta de lanzamiento.</li> <li>• Planificación de fases del proyecto.</li> <li>• Estimación de duración del proyecto.</li> <li>• División de actividades.</li> <li>• Cálculo individual de duración de actividades.</li> <li>• Balanceo de cargas.</li> <li>• Calendarización de reuniones de seguimiento o juntas de estatus.</li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recolectar los requisitos atreves de historias de usuario.</li> <li>• Realizar reunión de planeación.</li> <li>• Revisar las historias de usuario.</li> <li>• Elegir las historias más importantes.</li> </ul>	



Etapa	Entrevistado	Proceso	Trazabilidad
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Priorizar las historias ya seleccionadas con el planning póker.</li> <li>• Planear por días, el valor mínimo es medio día.</li> <li>• Planear la duración del proyecto</li> <li>• Planear el número de sprints.</li> <li>• Planear fechas de demostración con el cliente.</li> <li>• Planear las actividades con las historias de usuario.</li> <li>• Descomponerlas actividades en tareas</li> <li>• Estimar cada tarea con planning poker.</li> <li>• Planear número de reuniones con el cliente al finalizar cada sprint</li> <li>• Establecer WBS para la división de actividades.</li> <li>• Planear reuniones con todos los involucrados para calcular la duración del proyecto al inicio de un proyecto.</li> <li>• Planear reuniones diarias para resolver dudas y si es necesario corregir errores en la planeación.</li> <li>• Calcular puntos de historia.</li> <li>• Establecer calendarización con el burndown.</li> </ul>	

#### 4.4.3 Descripción del proceso genérico obtenido de la trazabilidad

El proceso obtenido de la trazabilidad entre las respuestas de cada entrevistado arrojó el siguiente proceso genérico.

- Entrevistar al cliente para la recolección de requerimientos.
- Realizar reunión de Lanzamiento.
- Estimar la duración de proyecto.
- Realizar división de actividades.
- Hacer el balanceo de cargas.

#### 4.4.4 Diagrama del proceso genérico de planificación

Con la detección de las actividades generales mediante el módulo de conformación de diagramas genéricos la herramienta para dar soporte a la extracción del conocimiento tácito en las organizaciones la herramienta permitió la conformación del diagrama mostrado en la Figura 4.27.

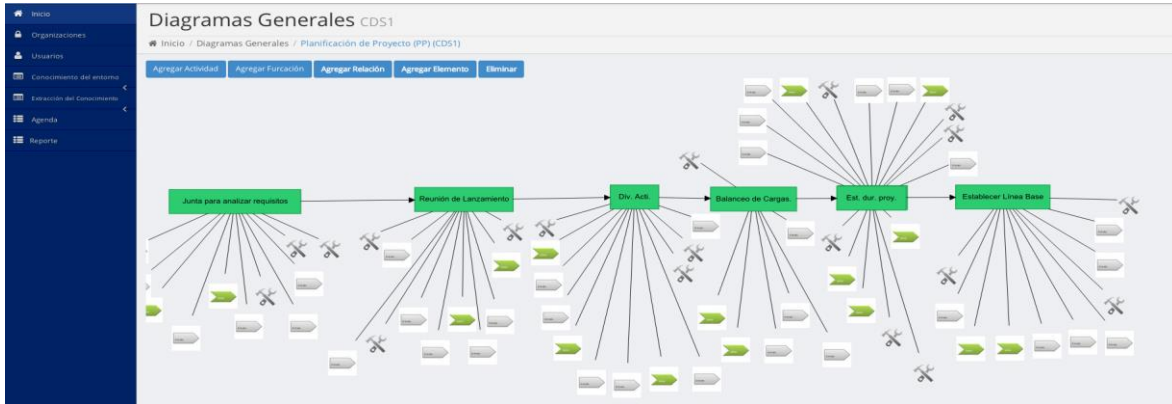


Figura 4.27. Proceso genérico de planificación obtenido en la trazabilidad.

#### 4.4.5 Elementos de proceso detectados en la trazabilidad

Los elementos de proceso definidos en el proceso genérico son mostrados en la tabla 4.8.

Tabla 4.8. Elementos de proceso detectados en la trazabilidad.

Elementos estructurales del proceso	Conceptos identificados
Proceso	Planeación
Artefacto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documento de plan de proyecto,</li> <li>• Historias de usuario.</li> <li>• WBS,</li> <li>• Planeación en Process Dashboard,</li> <li>• Minuta de reunión de lanzamiento.</li> <li>• WBS con división de actividades.</li> <li>• Planeación en Process Dashboard.</li> <li>• Documento de duración de proyecto.</li> </ul>
Herramienta	Process Dashboard, WBS.
Métrica	Tiempo de duración del proyecto.
Actividad	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrevistar al cliente para la recolección de requerimientos.</li> <li>2. Realizar reunión de Lanzamiento.</li> <li>3. Estimar la duración de proyecto.</li> <li>4. Realizar división de actividades.</li> <li>5. Hacer el balanceo de cargas.</li> </ol>

Elementos estructurales del proceso	Conceptos identificados
	6. Realizar la calendarización de reuniones de seguimiento o juntas de estatus.
Roles	Desarrolladores.
Entrada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de requerimientos</li> </ul>
Salida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documento de plan de proyecto.</li> <li>• WBS.</li> <li>• Planeación en Process Dashboard.</li> <li>• Minuta de reunión de lanzamiento.</li> <li>• WBS con división de actividades.</li> <li>• Planeación en Process Dashboard.</li> </ul> Documento de duración de proyecto.
Técnica	Planning poker.
Metodología	TSPI, SCRUM.

#### 4.5 Resultados del Segundo caso de estudio

Tal y como ya se había mencionado al inicio de esta sección, para la realización del segundo caso de estudio se aplicó la misma metodología y se siguieron los mismos pasos que en la aplicación en el CDS. El proceso a analizar en el CSI, fue el de Formación del Personal. Tal y como se menciona, se siguieron los mismos pasos, utilizando los módulos de registro de organización y de registro de usuarios, para el registro de los entrevistados.

Cuando fueron registrados los entrevistados recibieron las notificaciones vía correo electrónico, ingresaron al sistema, eligieron la fecha y hora para la realización de las entrevistas mediante el módulo de agenda del sistema.

De acuerdo a la fecha de la cita para la entrevista, los entrevistados accedieron a la herramienta y contestaron cada uno de los bloques del cuestionario de la extracción de conocimiento tácito de las organizaciones. La Figura 4.28, muestra un ejemplo de respuesta de un cuestionario por parte de un entrevistado del CSI.

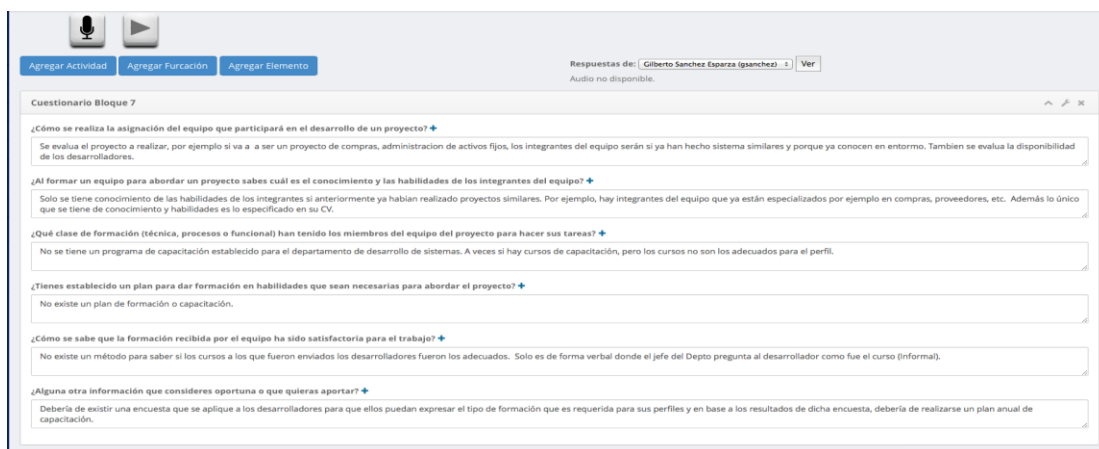


Figura 4.28. Ejemplo de respuesta del cuestionario del entrevistado 1 del CSI.

## 4.6 Análisis de la Información de las Entrevistas

Al finalizar de contestar los cuestionarios del bloque de medición y análisis. En el análisis se ordenaron los resultados por cada proceso definido por bloque, de esta manera se obtuvieron los resultados que se describen a continuación.

### 4.6.1 Proceso: Medición y análisis

Para este segundo caso de estudio realizado en el CSI, se estableció realizar la extracción del conocimiento tácito de la organización sobre el análisis del proceso de medición y análisis, los resultados se listan a continuación.

#### 4.6.1.1 Entrevista 1

La entrevista uno se realizó a un empleado del CSI, con el objetivo de recabar la información acerca de los procesos que en éste organismo se realizan, los datos del entrevistado se enlistan a continuación.

- Entrevistado: Entrevistado 1.
- Nivel en la organización: Alta gerencia.

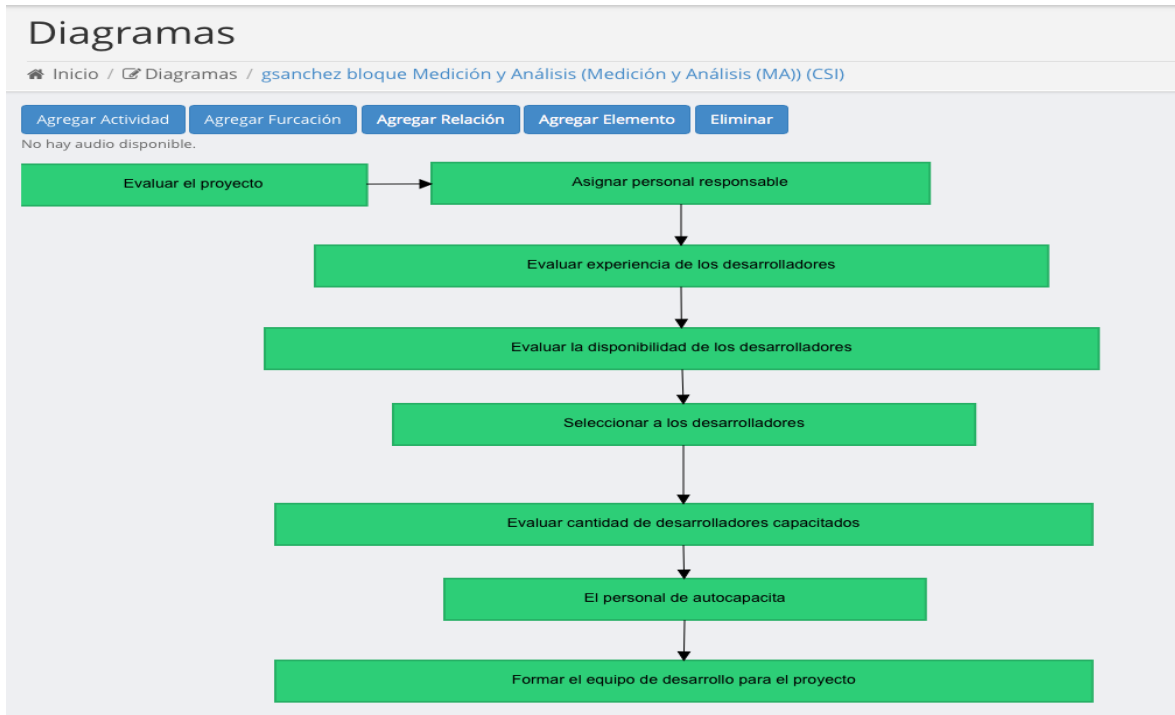
##### 4.6.1.1.1 Descripción del proceso:

Derivadas de las respuestas del entrevistado se obtuvieron las principales actividades que el personal lleva a cabo en este proceso, el flujo del proceso que se sigue para medición y análisis es el siguiente:

- Se evalúa el proyecto.
- Se asigna el responsable.
- Se evalúa la experiencia de los desarrolladores.
- Se evalúa la disponibilidad de los desarrolladores.
- Se seleccionan los desarrolladores.
- Se evalúa la cantidad de evaluadores capacitados.
- El personal se auto capacita.
- Se conforma el equipo de desarrollo.

##### 4.6.1.1.2 Diagrama de área de proceso: Medición y análisis.

Con la detección de las actividades y elementos del proceso en el análisis y utilizando el módulo de diagramas se logró obtener el primer diagrama individual del entrevistado 1 sobre el proceso de medición y análisis. La Figura 4.29, presenta el diagrama del proceso obtenido del análisis de la información de las respuestas de la primera entrevista del CSI.



**Figura 4.29. Proceso de medición y análisis del CSI Entrevistado 1.**

#### 4.6.1.2 Entrevista 2

Para la segunda entrevista se eligió un empleado del CSI, cuyas funciones sean de dirección de proyecto, con el fin de obtener una perspectiva diferente sobre el proceso de medición y análisis. Los datos del entrevistado se enlistan a continuación.

- Entrevistado: Entrevistado 2.
- Nivel en la organización: Dirección de proyectos.

##### 4.6.1.2.1 Descripción del proceso:

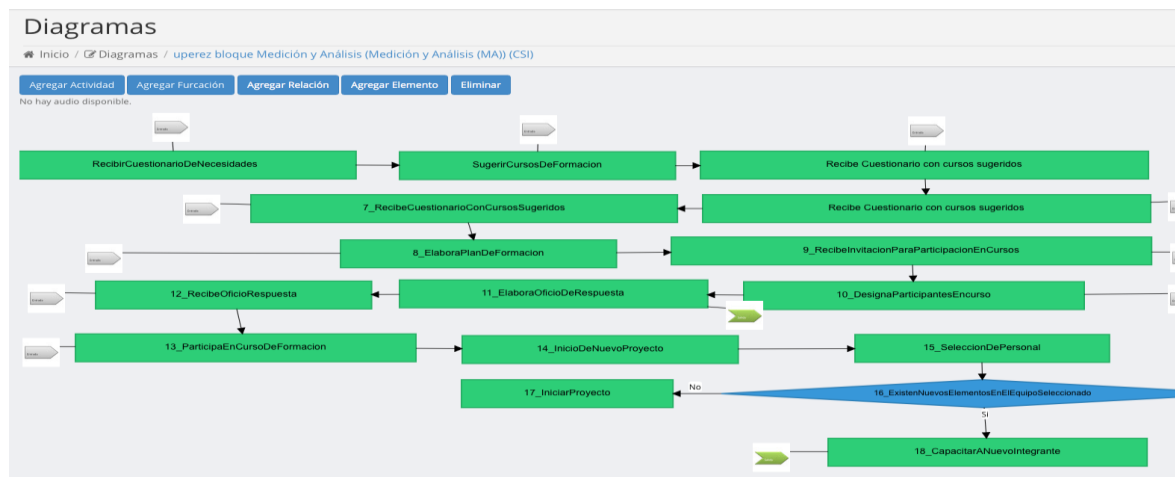
El análisis de las respuestas del segundo entrevistado, permitió la obtención de las principales actividades que el personal lleva a cabo en este proceso, el flujo del proceso que se sigue para medición y análisis es el siguiente:

- Recibir cuestionarios de necesidades.
- Sugerir cursos de formación.
- Recibir sugerencias de cursos.
- Elaborar plan de formación.
- Invitación a participación en cursos.
- Designar participantes del curso.
- Elaborar oficio de respuesta.
- Recibir oficio de respuesta.

- Participar en curso de formación.
- Iniciar nuevo proyecto.
- Seleccionar personal.
- Existen nuevos elementos?
  - Si, capacitar a nuevo integrante.
  - No, iniciar el proyecto.

#### 4.6.1.2.2 Diagrama de área de proceso: Medición y análisis.

La detección de las actividades y elementos del proceso en el análisis y utilizando el módulo de diagramas se logró obtener el primer diagrama individual del entrevistado 1 sobre el proceso de medición y análisis. La Figura 4.30, presenta el diagrama del proceso obtenido del análisis de la información de las respuestas de la segunda entrevista del CSI.



**Figura 4.30. Proceso de medición y análisis del CSI Entrevistado 2.**

#### 4.6.1.3 Entrevista 3

En la tercera entrevista se tomó en cuenta a personal operativo del CSI, cuya experiencia en un determinado caso puede ser fundamental, ya que este nivel en la organización realizar de manera directa las actividades para el desarrollo que se siguen en la organización. Los datos del entrevistado se enlistan a continuación.

- Entrevistado: Entrevistado 3.
- Nivel en la organización: Operativo.

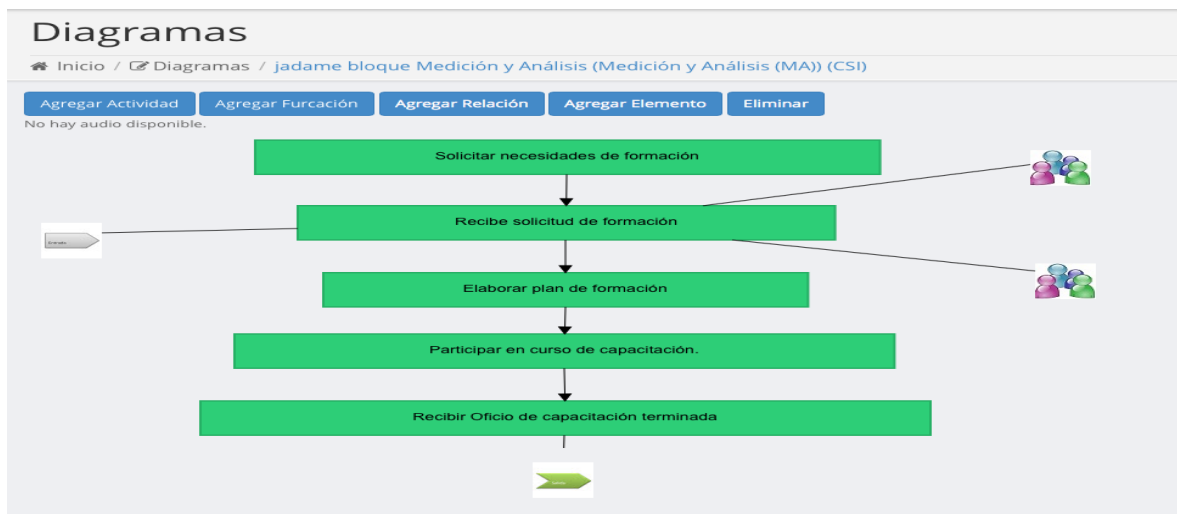
##### 4.6.1.3.1 Descripción del proceso:

Con el análisis de las respuestas del tercer entrevistado se logró detectar el flujo del proceso, las actividades y elementos que intervienen y que se siguen para llevar a cabo el proceso medición y análisis. El flujo del proceso se describe a continuación:

- Solicitar necesidades de formación.
- Recibir solicitud de formación.
- Elaborar plan de formación.
- Participar en curso de capacitación.
- Recibir oficio de capacitación terminada.

#### 4.6.1.3.2 Diagrama de área de proceso: Medición y análisis.

Mediante el módulo de diagramas, que permite registrar las actividades, furcaciones y elementos de procesos, se logró conformar el segundo diagrama correspondiente al proceso de medición y análisis, detectado en el análisis de las respuestas de la segunda entrevista. La Figura 4.31, muestra el diagrama conformado mediante el análisis de las respuestas.



**Figura 4.31. Proceso de medición y análisis en el CSI Entrevistado 3.**

### 4.7 Conformación de procesos genéricos

Con la captura y la formalización de la información de los procesos provista por los entrevistados el siguiente paso, fue la realización de los diagramas genéricos. Tal y como ya se había mencionado en el caso de estudio 1, la herramienta permite la conformación de los diagramas genéricos de cada bloque o proceso, que se generan a partir de los diagramas individuales, a continuación se presenta el diagrama genérico del procesos de medición y análisis del CSI.

#### 4.7.1 Proceso de Medición y Análisis

En esta etapa de la investigación para la extracción del conocimiento se analizan los resultados de los procesos obtenidos en cada una de las entrevistas, se contrastan las respuestas y se crea una tabla de trazabilidad, esta tabla refleja cada una de las actividades llevadas en cada proceso y se utiliza la siguiente notación:

- Las etapas que se empatan en cada entrevistado se señalan con un mismo color.
- Las etapas que son distintas se dejan en color negro.
- Al final se establece la trazabilidad colocando las etapas que se repiten en cada entrevistado y se forma el proceso general o de trazabilidad.

#### 4.7.2 Trazabilidad del proceso de planificación de proyecto.

Con la información obtenida en la fase de análisis y conformación de diagramas individuales, el siguiente paso, es la trazabilidad, si bien ésta se realiza de manera automática por medio del módulo de la herramienta para la conformación de diagramas genéricos, se establece a continuación de manera manual y para representación visual una trazabilidad expuesta en la Tabla 4.9.

**Tabla 4.9. Trazabilidad entre el proceso de planificación de cada entrevistado.**

Etapa	Entrevistado	Proceso	Trazabilidad
Medición y análisis	A).- Entrevistado 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se evalúa el proyecto.</li> <li>• Se asigna el responsable.</li> <li>• Se evalúa la experiencia de los desarrolladores.</li> <li>• Se evalúa la disponibilidad de los desarrolladores.</li> <li>• Se seleccionan los desarrolladores.</li> <li>• Se evalúa la cantidad de evaluadores capacitados.</li> <li>• El personal se autocapacita.</li> <li>• Se conforma el equipo de desarrollo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A: Evaluación del proyecto.</li> <li>• A: Asignación de responsables.</li> <li>• A, C: Evaluar experiencia de desarrolladores.</li> <li>• A: Evaluar disponibilidad de los desarrolladores.</li> <li>• A, B: Seleccionar desarrolladores.</li> <li>• A, B, C: Formar equipo de desarrollo.</li> <li>• B, C: Recibir solicitud de formación.</li> <li>• Participar en cursos de formación.</li> </ul>
	B).- Entrevistado 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recibir cuestionarios de necesidades.</li> <li>• Sugerir cursos de formación.</li> <li>• Recibir sugerencias de cursos.</li> <li>• Elaborar plan de formación.</li> <li>• Invitación a participación en cursos.</li> <li>• Designar participantes del curso.</li> <li>• Elaborar oficio de respuesta.</li> <li>• Recibir oficio de respuesta.</li> </ul>	



Etapa	Entrevistado	Proceso	Trazabilidad
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participar en curso de formación.</li> <li>• Iniciar nuevo proyecto.</li> <li>• Seleccionar personal.</li> <li>• ¿Existen nuevos elementos?               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si, capacitar a nuevo integrante.</li> <li>• No, iniciar el proyecto.</li> </ul> </li> </ul>	
	C).- Entrevistado 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solicitar necesidades de formación.</li> <li>• Recibir solicitud de formación.</li> <li>• Elaborar plan de formación.</li> <li>• Participar en curso de capacitación.</li> <li>• Recibir oficio de capacitación terminada.</li> </ul>	

### 4.7.3 Descripción del proceso genérico obtenido de la trazabilidad

Con la trazabilidad se logró obtener un proceso general, las actividades y el flujo de éstas se describen a continuación.

- Evaluar el proyecto.
- Asignar personal responsable.
- Evaluar experiencia de los desarrolladores.
- Evaluar la disponibilidad de los desarrolladores.
- Seleccionar a los desarrolladores.
- Formar equipo de desarrollo para el proyecto.
- Recibir solicitud de formación.
- Participar en curso de formación.

### 4.7.4 Diagrama del proceso genérico de medición y análisis

Mediante el módulo de conformación de diagramas genéricos, la herramienta, logró conformar el diagrama genérico correspondiente al proceso de medición y análisis de la organización. Este diagrama se expuso a la evaluación del personal de la organización, para evaluar la eficiencia de la herramienta sobre si expresa el conocimiento de los entrevistados, mediante estos diagramas y las respuestas se conocieron mediante la encuesta de satisfacción

expuesta en el siguiente punto. La Figura 4.32, muestra el diagrama del proceso genérico de medición y análisis.

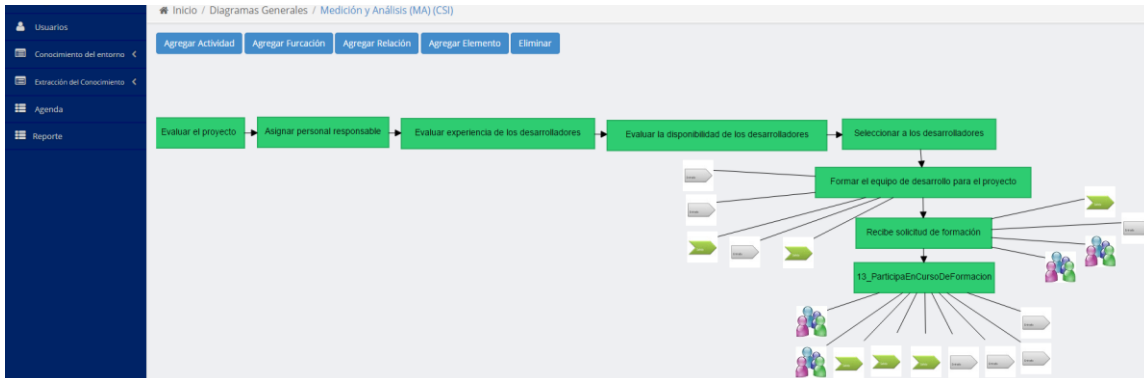


Figura 4.32. Proceso genérico de medición y análisis obtenido en la trazabilidad.

#### 4.8 Encuesta de satisfacción

Para comprobar la eficiencia de la herramienta en cuanto a reflejar el conocimiento tácito de los expertos de la organización, el desempeño, la usabilidad y la metodología sobre la que está basado su funcionamiento, se desarrolló una encuesta de satisfacción y se aplicó al personal implicado de cada organización, tanto entrevistados como expertos.

La encuesta se desarrolló en la plataforma limesurvey (<https://www.limesurvey.org/es/>) que permite alojar y publicar encuestas sobre la plataforma web, lo que facilita el acceso a los usuarios y se puede conocer su opinión y evaluación de la herramienta de forma rápida. La Figura 4.33, muestra el sitio para desarrollo online Limesurvey.

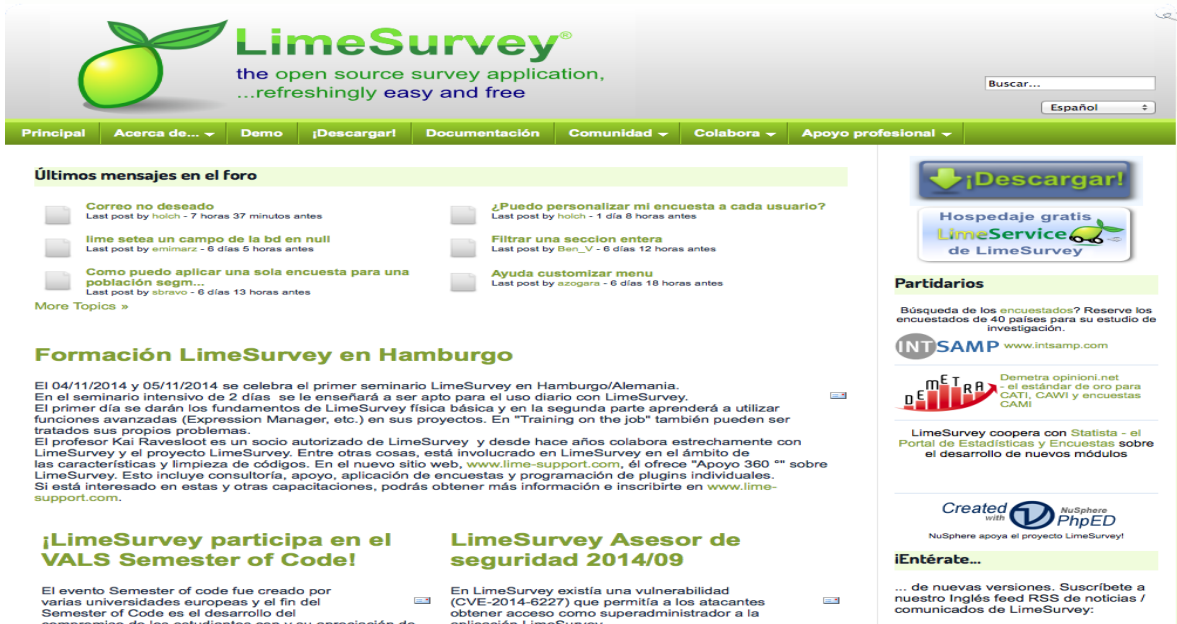
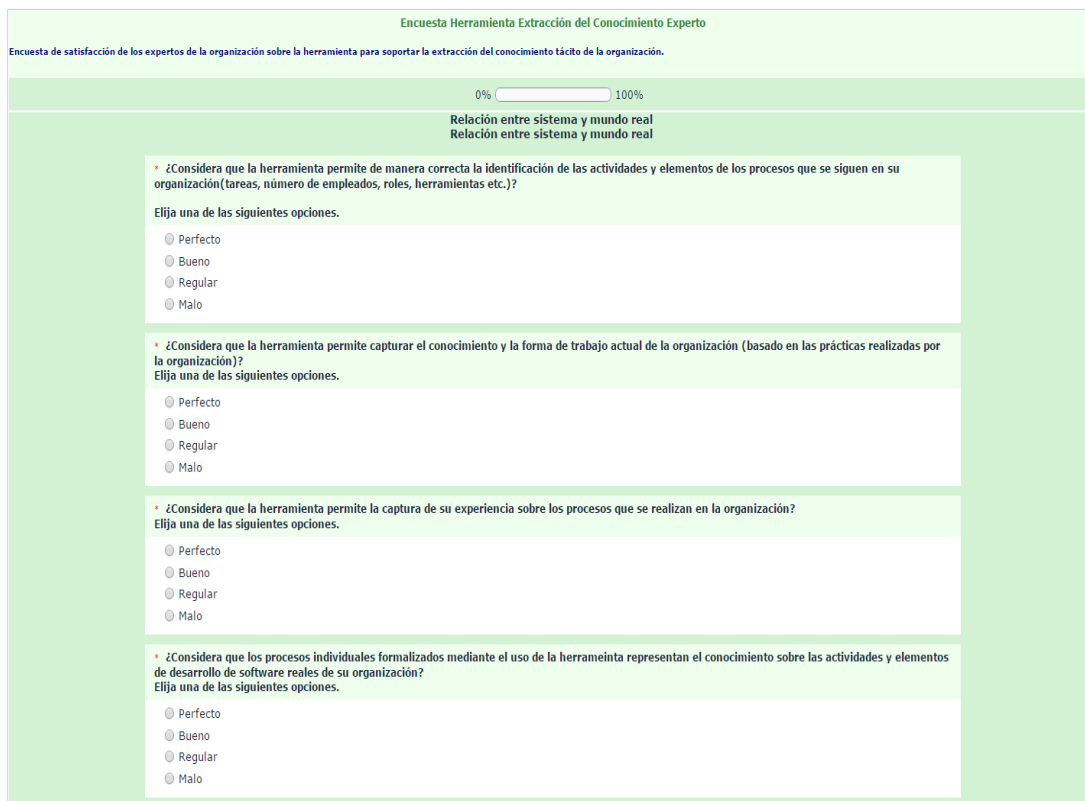


Figura 4.33. Sitio de encuestas LimeSurvey.

El tamaño de la población muestra, para la realización de las encuestas y la evaluación de los resultados, fue de tres entrevistados por cada organización, sumando un total de seis encuestados. Este tamaño muestra equivale al 100% de la población para aplicar la encuesta y fue en base a este número que se realizó el análisis de las respuestas de la encuesta.

La encuesta está conformada por 12 preguntas divididas en 3 bloques, cada pregunta se evalúa de acuerdo a 4 criterios que funcionan como posible respuesta y que representan la opinión de los usuarios acerca de la herramienta, estos criterios son: perfecto, bueno, regular y malo. La Figura 4.34, muestra la interfaz general de las encuestas.



Encuesta Herramienta Extracción del Conocimiento Experto

Encuesta de satisfacción de los expertos de la organización sobre la herramienta para soportar la extracción del conocimiento tácito de la organización.

0%  100%

Relación entre sistema y mundo real  
Relación entre sistema y mundo real

\* ¿Considera que la herramienta permite de manera correcta la identificación de las actividades y elementos de los procesos que se siguen en su organización (tareas, número de empleados, roles, herramientas etc.)?

Elija una de las siguientes opciones.

Perfecto

Bueno

Regular

Malo

\* ¿Considera que la herramienta permite capturar el conocimiento y la forma de trabajo actual de la organización (basado en las prácticas realizadas por la organización)?

Elija una de las siguientes opciones.

Perfecto

Bueno

Regular

Malo

\* ¿Considera que la herramienta permite la captura de su experiencia sobre los procesos que se realizan en la organización?

Elija una de las siguientes opciones.

Perfecto

Bueno

Regular

Malo

\* ¿Considera que los procesos individuales formalizados mediante el uso de la herramienta representan el conocimiento sobre las actividades y elementos de desarrollo de software reales de su organización?

Elija una de las siguientes opciones.

Perfecto

Bueno

Regular

Malo

**Figura 4.34. Interfaz de la encuesta para evaluación de la herramienta para dar soporte a la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones.**

#### 4.8.1 Bloque de preguntas 1

El primer bloque está integrado por 6 preguntas claves, acerca de la relación entre la herramienta y el mundo real. El objetivo principal de este bloque es la detección de la fiabilidad y eficacia de la herramienta respecto a la extracción del conocimiento tácito, trata de establecer parámetros sobre sí, los procesos conformados y formalizados mediante los diagramas y los procesos genéricos obtenidos, reflejan el conocimiento y experiencia de los expertos de la organización y de ser así, si se muestra un proceso acorde a la visión de cada entrevistado. La Figura 4.35, muestra la interfaz gráfica del primer bloque de preguntas:

**Encuesta Herramienta Extracción del Conocimiento Experto**

Encuesta de satisfacción de los expertos de la organización sobre la herramienta para soportar la extracción del conocimiento tácito de la organización.

0%  100%

**Relación entre sistema y mundo real**  
**Relación entre sistema y mundo real**

• ¿Considera que la herramienta permite de manera correcta la identificación de las actividades y elementos de los procesos que se siguen en su organización (tareas, número de empleados, roles, herramientas etc.)?

Elija una de las siguientes opciones.

Perfecto

Bueno

Regular

Malo

---

• ¿Considera que la herramienta permite capturar el conocimiento y la forma de trabajo actual de la organización (basado en las prácticas realizadas por la organización)?

Elija una de las siguientes opciones.

Perfecto

Bueno

Regular

Malo

---

• ¿Considera que la herramienta permite la captura de su experiencia sobre los procesos que se realizan en la organización?

Elija una de las siguientes opciones.

Perfecto

Bueno

Regular

Malo

---

• ¿Considera que los procesos individuales formalizados mediante el uso de la herramienta representan el conocimiento sobre las actividades y elementos de desarrollo de software reales de su organización?

Elija una de las siguientes opciones.

Perfecto

Bueno

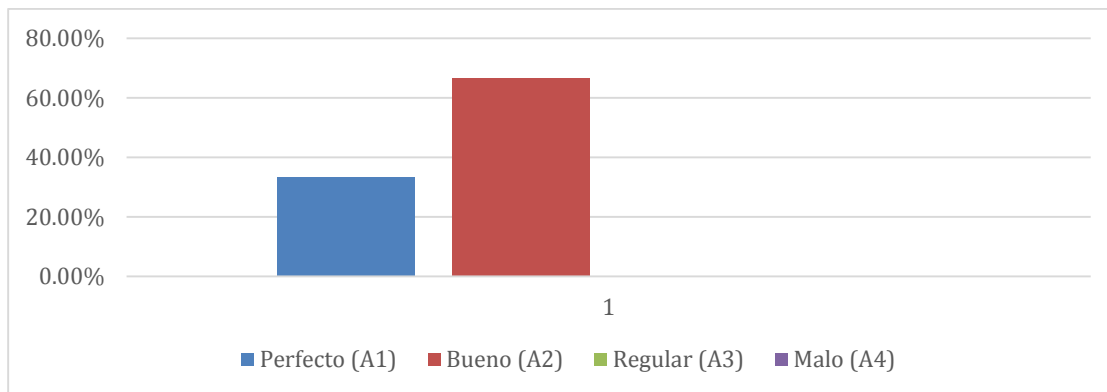
Regular

Malo

**Figura 4.35. Bloque relación entre la herramienta y el mundo real.**

A continuación se muestran las preguntas conforman este bloque y los resultados del análisis estadístico que arroja la encuesta:

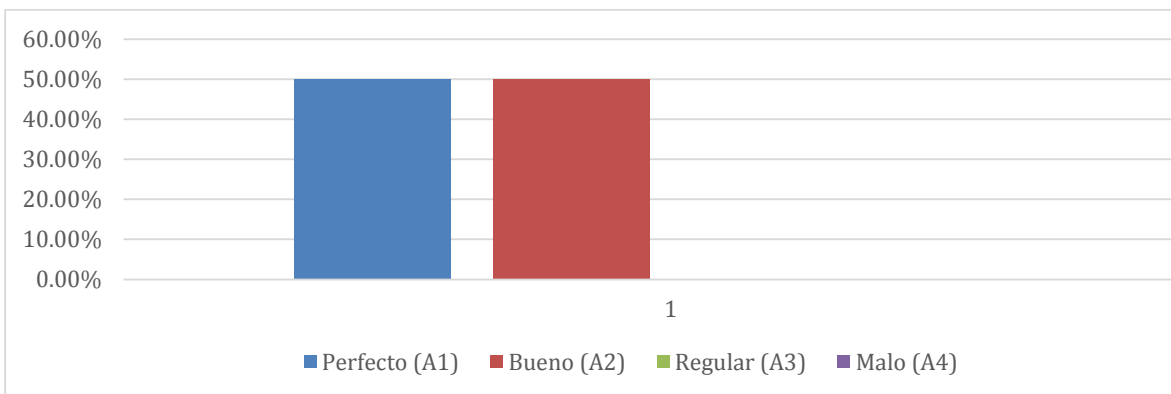
1.- ¿Las preguntas utilizadas en los cuestionarios para extracción del conocimiento son entendibles?



**Figura 4.36. Porcentaje de satisfacción de los usuarios sobre la pregunta 1 acerca de la herramienta.**

El resultado que se muestra en la Figura 4.36, indica que el 67 por ciento de los encuestados, lo que de acuerdo a la población total de muestra indica que 4 de 6 entrevistados consideran que es bueno el nivel de las preguntas en cuanto a ser entendibles, el 33 por ciento restante, equivalente a 2 personas, afirmó que considera perfecto este aspecto.

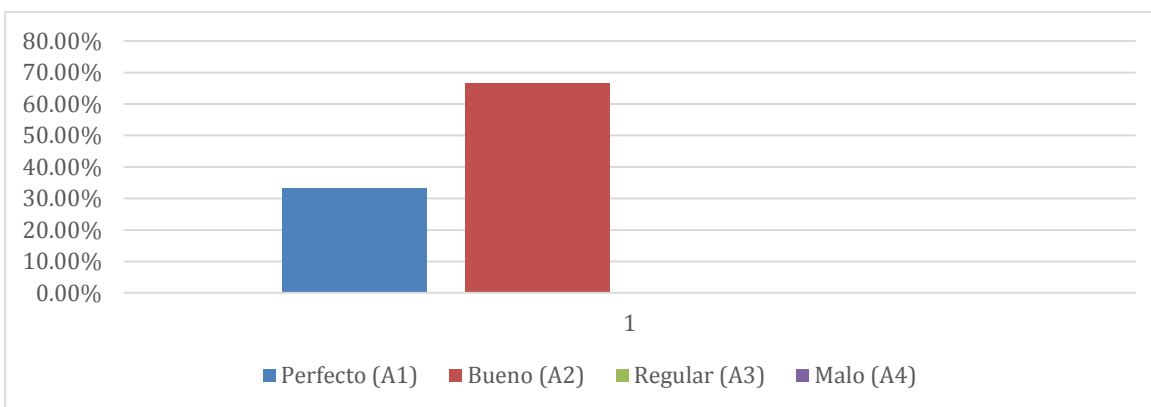
2.- ¿Considera que la herramienta permite la identificación de las actividades y elementos de los procesos (tareas, elementos, roles, etc.) de manera correcta?



**Figura 4.37. Porcentaje de satisfacción de los usuarios sobre la pregunta 2 acerca de la herramienta.**

Los porcentajes correspondientes a la identificación de actividades y elementos de procesos mediante el uso de la herramienta son considerados por los participantes de los dos casos de estudio como perfecto en un 50 por ciento y como bueno en el 50 por ciento restante. Esto indica que respecto a ese aspecto 3 personas se decantan por un acordar que la herramienta es perfecta y las otras 3 opinan que solo es buena, tal y como lo muestra la Figura 4.37.

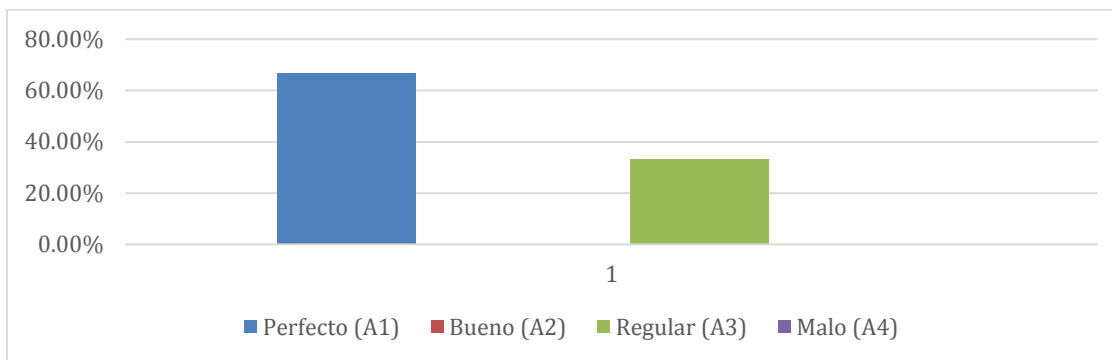
3.- ¿Considera que la herramienta permite capturar la forma de trabajo actual de la organización (basado en las prácticas realizadas por la organización)?



**Figura 4.38. Porcentaje de satisfacción de los usuarios sobre la pregunta 3 acerca de la herramienta.**

La Figura 4.38, permite apreciar la opinión de los entrevistados sobre la eficiencia de la herramienta, acerca de la captura de la forma de trabajo de la organización. Al respecto dos personas, o sea el equivalente al 33 por ciento opina que el desempeño en ese aspecto es perfecto y los cuatro entrevistados restantes, señalados como el 67 por ciento restantes, afirma que este aspecto es bueno.

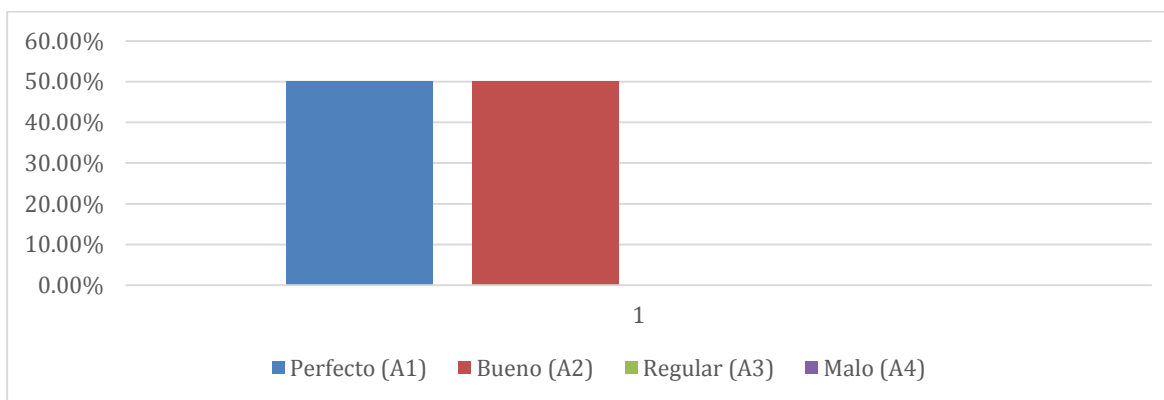
4.- ¿Considera que los procesos individuales formalizados mediante el uso de la herramienta representan el conocimiento sobre las actividades y elementos de desarrollo de software reales de su organización?



**Figura 4.39. Porcentaje de satisfacción de los usuarios sobre la pregunta 4 acerca de la herramienta.**

Acercas de la funcionalidad de la herramienta en cuanto a formalización y conformación de los procesos individuales, expresados por los entrevistados, la opinión expresa que el 67 por ciento considera perfecto el desempeño de la herramienta, mientras que el 33 por ciento considera que es regular la condición respecto a esta funcionalidad. En este caso cuatro entrevistados están de acuerdo en que en este aspecto la herramienta es perfecta y los dos restantes opinan que es regular. La Figura 4.39, muestra los resultados de esta pregunta.

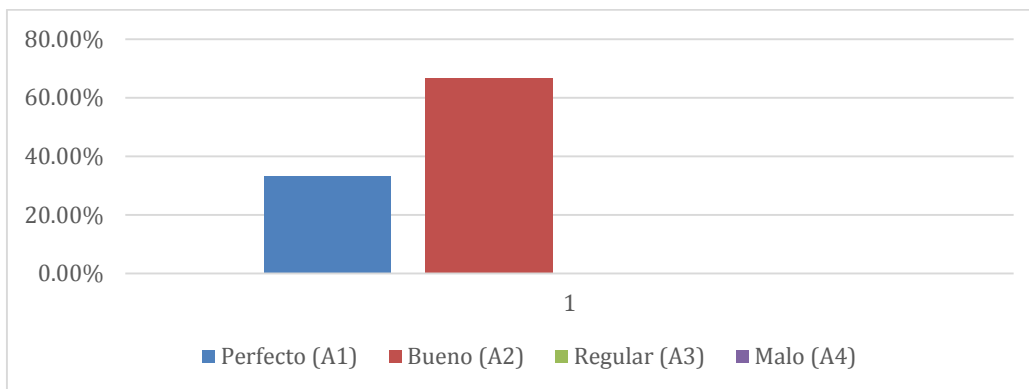
5.- Basado en las respuestas anteriores, ¿Considera que la herramienta permite la captura de su conocimiento y experiencia sobre los procesos de desarrollo actuales que realiza su organización?



**Figura 4.40. Porcentaje de satisfacción de los usuarios sobre la pregunta 5 acerca de la herramienta.**

La Figura 4.40, muestra que la opinión sobre si la herramienta permite la captura del conocimiento sobre los procesos de la organización, está dividida tres de los entrevistados (50% del tamaño muestral), que opina que es perfecto el accionar, mientras que los otros 3 entrevistados (el otro 50%) considera bueno este aspecto.

6.- ¿Considera que el proceso genérico que proporciona la herramienta resume el conocimiento y experiencia de los diferentes puntos de vista acerca del proceso de desarrollo de software de la organización?

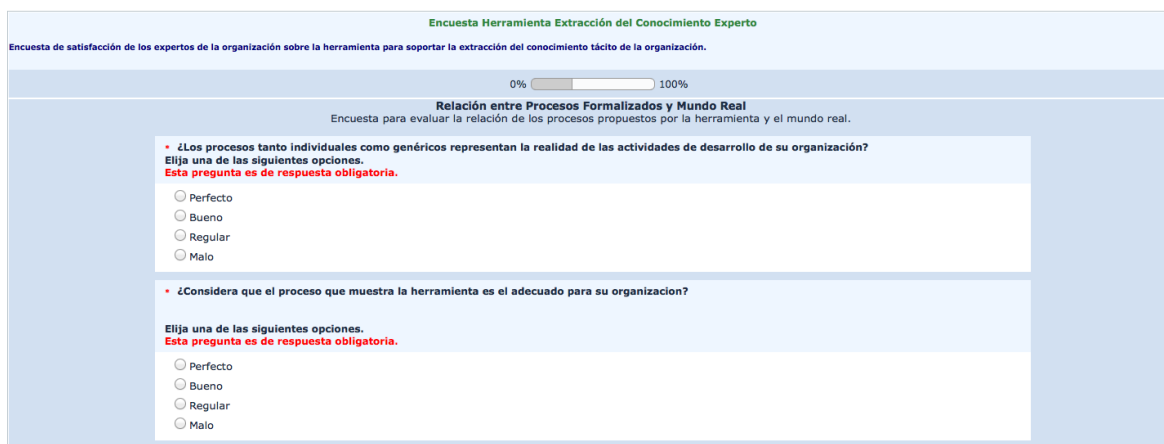


**Figura 4.41. Porcentaje de satisfacción de los usuarios sobre la pregunta 6 acerca de la herramienta.**

La opinión acerca de la certeza del proceso genérico en cuanto a reflejar el conocimiento y experiencia de las distintas visiones de los procesos de software que se sigue en la organización, se divide en 33 por ciento (Dos de seis personas), que considera que el desempeño es perfecto y el restante 67 por ciento (Equivalente a cuatro personas), que considera que dicho funcionamiento es bueno. La Figura 4.41 muestra estos datos, en azul observa el porcentaje de opinión perfecto y en rojo el porcentaje que opina que es bueno.

#### 4.8.2 Bloque de preguntas 2

El segundo bloque de preguntas es el de control del usuario y libertad para manejo de la herramienta, está conformado por preguntas enfocadas en evaluar la usabilidad y el desempeño de la herramienta para la extracción del conocimiento tácito. La Figura 4.42, muestra a continuación, el segundo módulo y la interfaz gráfica que lo representa.



**Encuesta Herramienta Extracción del Conocimiento Experto**

Encuesta de satisfacción de los expertos de la organización sobre la herramienta para soportar la extracción del conocimiento tácito de la organización.

0%  100%

**Relación entre Procesos Formalizados y Mundo Real**

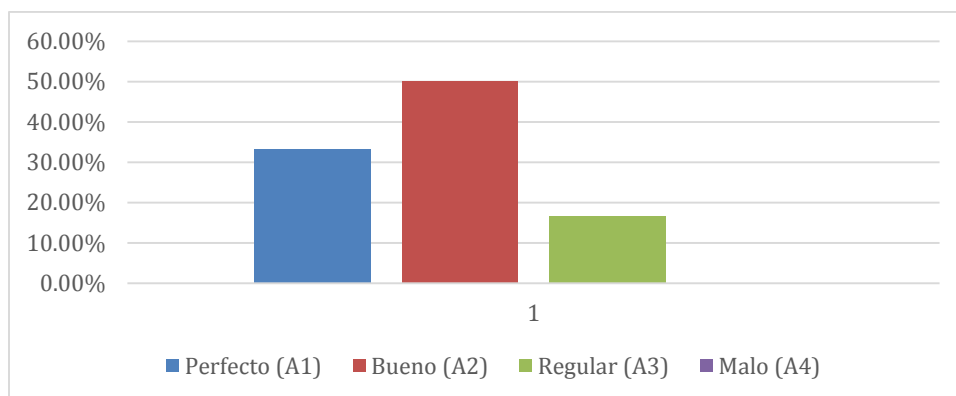
Encuesta para evaluar la relación de los procesos propuestos por la herramienta y el mundo real.

- ¿Los procesos tanto individuales como genéricos representan la realidad de las actividades de desarrollo de su organización?  
Elija una de las siguientes opciones.  
**Esta pregunta es de respuesta obligatoria.**
  - Perfecto
  - Bueno
  - Regular
  - Malo
- ¿Considera que el proceso que muestra la herramienta es el adecuado para su organización?  
Elija una de las siguientes opciones.  
**Esta pregunta es de respuesta obligatoria.**
  - Perfecto
  - Bueno
  - Regular
  - Malo

**Figura 4.42. Bloque 2 de la encuesta de satisfacción, control de usuario y libertad para el manejo de la herramienta.**

Las preguntas que conforman este bloque, así como los resultados derivados de las opiniones de los encuestados son:

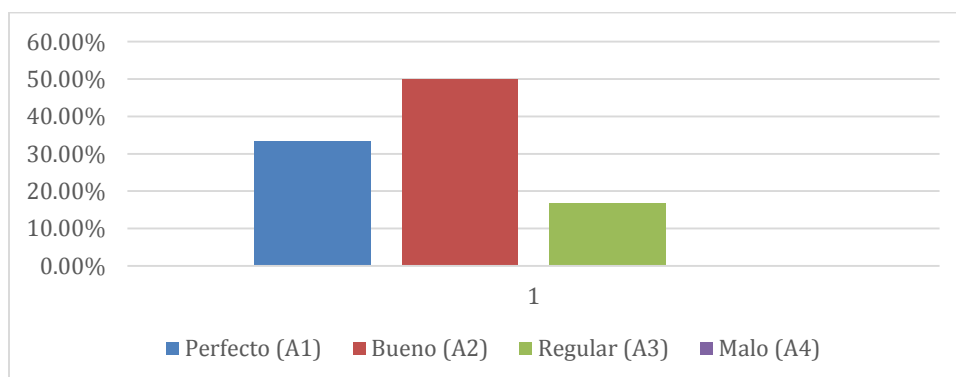
7.- ¿Cómo considera el desempeño de la herramienta?



**Figura 4.43. Porcentaje de satisfacción de los usuarios sobre la pregunta 7 acerca de la herramienta.**

El desempeño general de la herramienta está dividido, acerca de este concepto, tal y como lo muestra la Figura 4.43, un 33 por ciento de los encuestados, dos de las 6 personas, opina que el desempeño es perfecto, el 50 por ciento, equivalente a 3 personas, afirma que es bueno y solo un 17 equivalente a 1 persona de los 6 entrevistados, establece que es regular.

8.- ¿La herramienta provee botones, enlaces o menús para navegar entre las secciones?

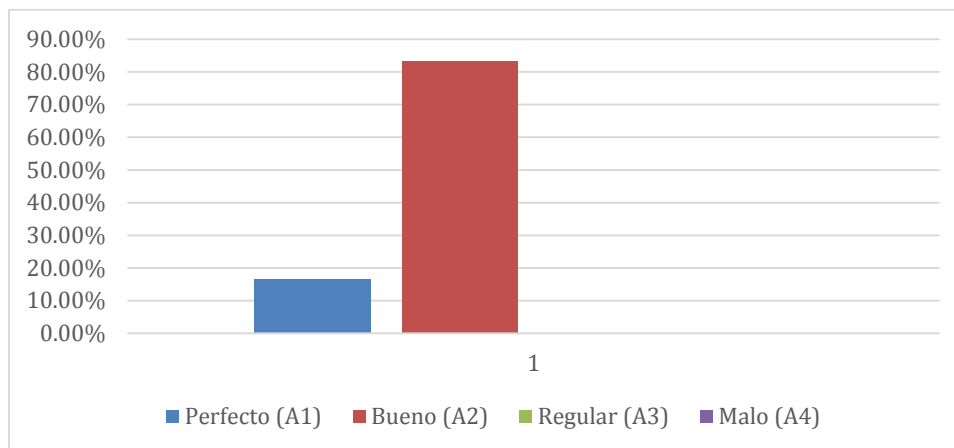


**Figura 4.44. Porcentaje de satisfacción de los usuarios sobre la pregunta 8 acerca de la herramienta.**

En cuanto a la interfaz gráfica, disposición de botones, enlaces y menús para la navegación, la opinión se divide en: 33 por ciento lo que equivale a 2 de los 6 entrevistados, opina que la interfaz es perfecta, el 50 por ciento para este tamaño muestral, 3 entrevistados, afirma que es buena y un 17 por ciento correspondiente a 1 entrevistado de seis, considera regular este aspecto de la herramienta. La Figura 4.44, muestra las gráficas correspondientes a estas opiniones.

9.- ¿La herramienta conserva su estructura al hacer zoom in o zoom out o con distintos dispositivos móviles?

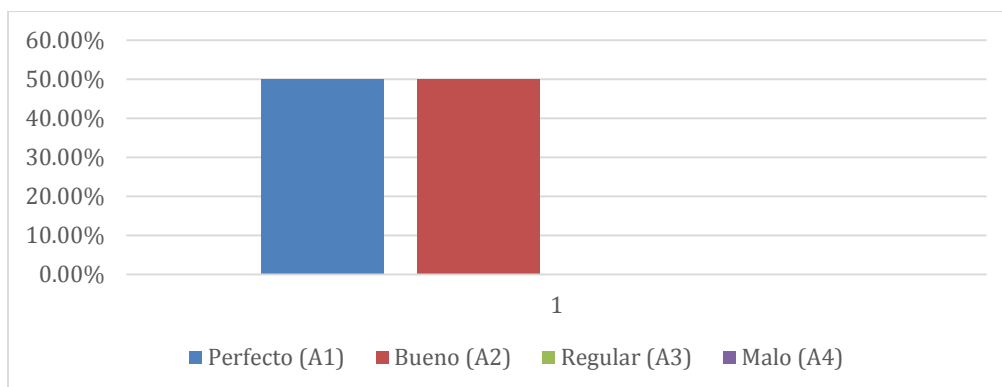




**Figura 4.45. Porcentaje de satisfacción de los usuarios sobre la pregunta 9 acerca de la herramienta.**

Sobre la composición y estructura de la herramienta en diferentes dispositivos o expuesta a distintas resoluciones, el 17 por ciento de los entrevistados (uno de seis, entrevistados) opina que la herramienta conserva una perfecta distribución, el 83 por ciento restante (Cinco de seis personas), opina que la interfaz es buena y se adapta a diferentes tamaños de resolución. La Figura 4.45, ilustra estas opiniones, mediante la gráfica de porcentajes.

10.- ¿Es la interfaz gráfica (Colores, disposición de los elementos) apta para el manejo del sistema?

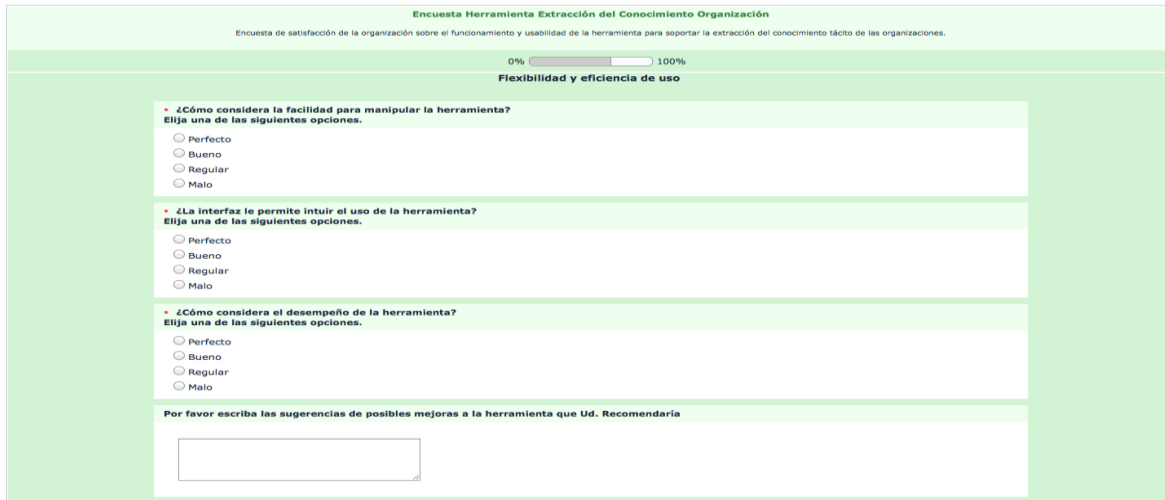


**Figura 4.46. Porcentaje de satisfacción de los usuarios sobre la pregunta 10 acerca de la herramienta.**

Acerca de la interfaz gráfica y la disposición de los elementos los porcentajes se dividen en 50 por ciento, equivalente a tres de los encuestados que consideran perfecto este aspecto y 50 por ciento, que representa a los tres entrevistados restantes, que lo consideran bueno. La Figura 4.46, permite observar los datos estadísticos referentes a la interfaz.

### 4.8.3 Bloque de preguntas 3

El tercer bloque de preguntas se refiere a la flexibilidad y eficiencia de uso y permite la evaluación de la usabilidad de la herramienta, se integra por 3 preguntas y un campo para sugerencias de mejora, las preguntas. La Figura muestra la interfaz correspondiente a este módulo de preguntas. La Figura 4.47, muestra el bloque de preguntas número 3.

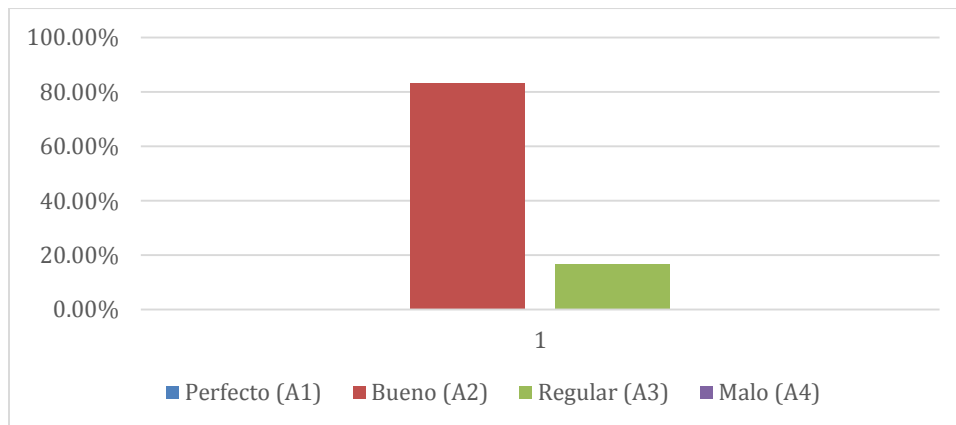


The screenshot shows a survey titled "Encuesta Herramienta Extracción del Conocimiento Organización" with a progress bar at 0%. The section is "Flexibilidad y eficiencia de uso". It contains three questions with radio button options: "¿Cómo considera la facilidad para manipular la herramienta?", "¿La interfaz le permite intuir el uso de la herramienta?", and "¿Cómo considera el desempeño de la herramienta?". Each question has options: Perfecto, Bueno, Regular, and Malo. Below the questions is a text box for suggestions: "Por favor escriba las sugerencias de posibles mejoras a la herramienta que Ud. Recomendaría".

**Figura 4.47. Bloque 3 de la encuesta de satisfacción, flexibilidad y eficiencia de uso.**

Los resultados estadísticos obtenidos de cada pregunta de este tercer módulo, se describen a continuación:

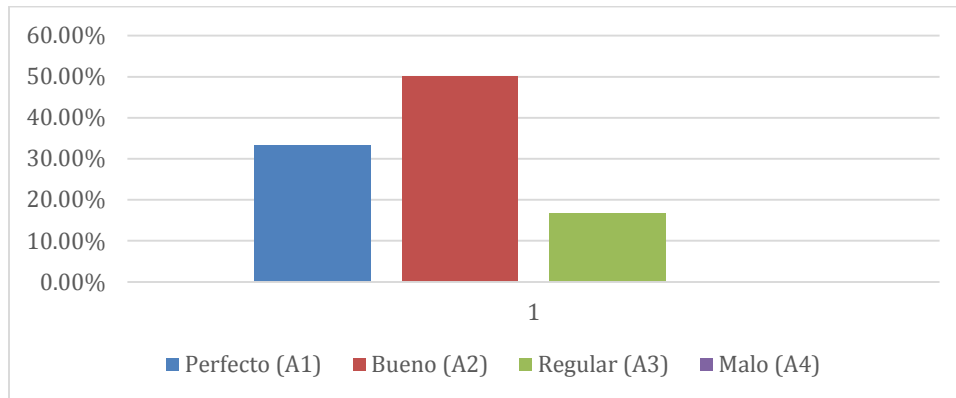
11.- ¿Cómo considera la facilidad para manipular la herramienta?



**Figura 4.48. Porcentaje de satisfacción de los usuarios sobre la pregunta 11 acerca de la herramienta.**

Acercas de la satisfacción del atributo de calidad de facilidad de uso el 83%, (Cinco de los seis encuestados), considera que este aspecto es bueno, el 17% (Uno de los seis encuestados) restante afirma que es regular, la estadística se puede observar en la Figura 4.48.

12.- ¿La interfaz le permite intuir el uso de la herramienta?

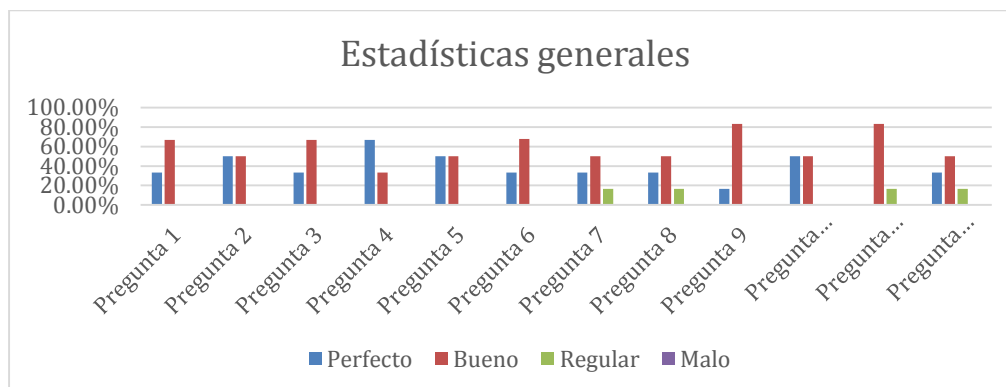


**Figura 4.49. Porcentaje de satisfacción de los usuarios sobre la pregunta 12 acerca de la herramienta.**

Sobre el nivel de facilidad para intuir el uso de la herramienta la Figura 4.49, muestra que el 33 por ciento de los encuestados, (Dos de los seis entrevistados que conforman el tamaño muestra) afirma que es perfecto el nivel de intuición, el 50 por ciento (Tres de los 6 encuestados), afirma que es bueno y el 17 por ciento restante (Un entrevistado), establece que es regular.

#### 4.8.4 Estadísticas generales

Mediante la observación de la Figura 4.50 que muestra la gráfica estadística general, se podría afirmar que en general, el funcionamiento de la herramienta es bueno, pues es el criterio de respuesta con más porcentaje y la respuesta que más se repite en la encuesta pues de las 12 preguntas existentes en 11, la respuesta con un mayor porcentaje y según la percepción de los involucrados en los casos de estudio es que la herramienta para la extracción del conocimiento tácito de la organización es buena.



**Figura 4.50. Estadísticas generales de la evaluación de la herramienta.**



## Capítulo 5 Conclusiones

En este capítulo se presentan las conclusiones obtenidas de los objetivos que se plantearon en este trabajo de tesis, además de experiencias obtenidas mediante el caso de uso de la aplicación de la herramienta. Por último, se mencionan los trabajos a futuro que se plantean para continuar con la mejora de la herramienta.

### 5.1 Conclusiones

Al finalizar esta tesis es conveniente concluir con un análisis de lo obtenido de acuerdo a los objetivos generales y específicos obtenidos mediante el desarrollo e implementación en el caso de uso con la herramienta de la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones.

En Primer lugar, se debe establecer que se cumplió con el primer punto con la revisión del estado del arte que permitió el análisis de una serie de trabajos relacionados con la propuesta de este trabajo de tesis. Se establecieron las bases para la justificación del desarrollo de la herramienta para soportar la extracción del conocimiento tácito en las organizaciones. Mediante este análisis, se detectaron diversas metodologías sobre esta temática, además se encontró una herramienta que no está diseñada del todo para la extracción del conocimiento tácito y su enfoque más bien es el de la gestión del conocimiento de una organización, por lo que se considera que no es posible establecer una comparativa. En consecuencia, se identificó la oportunidad de desarrollo de una herramienta en base a la metodología de Muñoz y Mejia para favorecer y dar soporte a la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones.

En segundo lugar, se cumplió satisfactoriamente la automatización de la primera fase del análisis de la metodología ya mencionada, mediante el desarrollo de la herramienta para dar soporte a la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones. Si bien, el diseño de la herramienta representó un reto difícil de sortear, debido a que el conocimiento es intangible y difícil de codificar, mucho más lo fue establecer y desarrollar los módulos que realizarían las funciones establecidas en cada fase de la metodología, pero al final se logró conformar una herramienta confiable, según la percepción de los usuarios.

Con el caso de uso, se logró detectar que el funcionamiento de la herramienta es correcto de acuerdo a la aplicación de la misma en dos organizaciones de desarrollo de software y la aplicación de una encuesta de satisfacción. En consenso con los representantes y entrevistados de las organizaciones que prestaron su información para realizar el caso de estudio con la herramienta, se logró establecer que el desempeño de la herramienta varía entre los conceptos de bueno y perfecto. De esta manera se lograron conformar dos procesos genéricos que servirán de base a las organizaciones para implementar posibles mejoras y

tratar de solventar las carencias que se detectaron en los procesos. En palabras de los representantes de las organizaciones, se pueden plantear mejoras porque existe una base sólida que anteriormente no existía y se puede visualizar de manera fehaciente el proceso de desarrollo actual de la organización.

Por lo tanto se espera que la herramienta brinde algunos de los siguientes beneficios: Reducción de la resistencia al cambio, al mostrar a los involucrados en el proyecto la realidad de sus procesos y la necesidad de implementar mejoras. Bajos costos en la evaluación del proceso de la organización ya que la aplicación de la herramienta por el momento es gratuita, y permite la autoevaluación, a diferencia de los altos costos que tendría la contratación de un consultor externo para aplicar un ejercicio y análisis de este tipo. Otra ventaja es que se logró conformar un proceso de acuerdo al conocimiento existente dentro de la organización en sus diferentes niveles y que se ajusta a una visión más concisa de manera que se tiene un proceso general y se beneficiará poniendo este proceso a disposición de todos los involucrados de la organización en los proyectos de software para que conozcan cuáles son las actividades a realizar para la realización de un proyecto.

Asimismo con el desarrollo del API que contiene la información de los procesos de las organizaciones y la generación de un archivo XML, es posible identificar todos los principales conceptos del proceso general para evaluarlos a futuro mediante una herramienta ontológica, que establezca y muestre el estándar o modelo que más se adapte a las características de los procesos de desarrollo que se llevan a cabo en las organizaciones para una posible adopción de dicho estándar o modelo.

Finalmente se considera que el aprendizaje adquirido durante el desarrollo de la tesis es invaluable ya que las experiencias en la investigación permitieron la adquisición de un acervo más completo en el área de la investigación sobre gestión del conocimiento, procesos de desarrollo de software, prácticas como la revisión sistemática de la literatura, la definición de casos de uso y la aplicación de casos de estudio.

## **Trabajos Futuros**

Los siguientes son posibles trabajos futuros a implementarse para la mejora de la herramienta para dar soporte a la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones:

- Agregar un módulo para establecer la recomendación generada de la respuesta de un módulo ontológico que permita conocer el estado del proceso de la organización frente a los estándares o modelos de calidad para realizar una recomendación de cuál de estos es el ideal para adoptar de acuerdo al proceso obtenido con la herramienta y en base a los conceptos provistos el API y el archivo XML que esta genera.

- Incluir un módulo por área de proceso o subproceso detectado de tal forma que se pueda proveer a la organización los artefactos detectados y relacionados con cada actividad, para establecer una biblioteca de documentos del proceso dentro de la misma herramienta.
- Establecer un módulo de contacto con las organizaciones dentro de la herramienta para obtener información o retroalimentación de su implementación, quejas y sugerencias de la misma.





## Capítulo 6 Productos Académicos

A continuación se describen los logros y productos académicos derivados del trabajo de investigación para la elaboración de esta tesis.

### 6.1 Presentaciones en congresos internacionales.

Presentación de artículo referente a la herramienta en el Congreso Internacional de Mejora de Procesos de Software (CIMPS 2014), realizado en la Cd. de Zacatecas.

### 6.2 Desarrollo de software.

Desarrollo de la herramienta para soportar la realización de revisiones sistemáticas, utilizada en la investigación para establecer el estado del arte y los trabajos relativos a la investigación de esta tesis.

### 6.3 Publicaciones en bibliotecas digitales.

- Publicación de Artículo sobre la herramienta para soportar la realización de revisiones sistemáticas en bibliotecas digitales como SpringerLink e IEEEExplore.

New Perspectives in Information Systems and Technologies, Volume 1  
Advances in Intelligent Systems and Computing Volume 275, 2014, pp 171-181  
Systematic Review Tool to Support the Establishment of a Literature Review  
Jezreel Mejia Miranda, Mirna Muñoz, Edgar Uribe, Jorge Márquez, Guadalupe Uribe, Claudia Valtierra

- Publicación de Artículo sobre la herramienta para soportar la mejora de procesos en base a la implementación de CMMI, en la biblioteca digitales como Springer Link.

New Perspectives in Information Systems and Technologies, Volume 1  
Advances in Intelligent Systems and Computing Volume 275, 2014, pp 421-429  
Identifying Improvement Findings in IT SMEs through an Ontological Model for CMMI-DEV v1.3  
Jezreel Mejia Miranda, Mirna Muñoz, Guadalupe Uribe, Edgar Uribe, Jorge Márquez, Claudia Valtierra

- Publicación en la Revista Recibe de la Universidad Autónoma de Guadalajara de los dos artículos sobre las herramientas para soporte de realización de revisiones sistemáticas y la herramienta para soportar la mejora de procesos en base al modelo CMMI.

Herramienta para la Automatización de la Revisión Sistemática  
Edgar Felipe Uribe Rayas, Jorge Alexis Márquez del Real, J. Guadalupe Uribe  
Dévora, Claudia Valtierra Alvarado, Jezreel Mejia Miranda.

Identificando Hallazgos de Mejora en Pymes de TI, Utilizando un Modelo  
Ontológico para CMMI-DEV v1.3  
J. Guadalupe Uribe Dévora, Edgar Felipe Uribe Rayas,  
Jorge Alexis Márquez del Real, Claudia Valtierra Alvarado.

#### **6.4 Estancias académicas.**

Estancia académica en La Universidad Politécnica de Madrid y en la empresa INTECO de León en España con el fin de evaluación y revisión de la tesis.

## Bibliografía

- [1] M. Mirna, M. Jezreel, A. Giner, C.-M. J. a., and S. F. Tom's, "Advantages of Using a Multi-model Environment in Software Process Improvement," *2011 IEEE Electron. Robot. Automot. Mech. Conf.*, pp. 397–402, Nov. 2011.
- [2] G. H. Subramanian, J. J. Jiang, and G. Klein, "Software quality and IS project performance improvements from software development process maturity and IS implementation strategies," *J. Syst. Softw.*, vol. 80, no. 4, pp. 616–627, Apr. 2007.
- [3] André Frenzei(Brandenburgische Technische Universität Cottbus), "Diplomarbeit Ontology-based Architecture to support Software Process Improvement," 2005.
- [4] C. Cabrera, "INTRODUCCIÓN A LA CALIDAD DE SOFTWARE Introduction to software quality," no. 39, pp. 326–331, 2008.
- [5] M.-C. Lee and T. Chang, "Applying TQM, CMM and ISO 9001 in Knowledge Management for software development process improvement," *Int. J. Serv. Stand.*, vol. 2, no. 1, p. 101, 2006.
- [6] E. Muñoz, M. Muñoz, E. C. García, and J. Mejía, "Knowledge Management in Process Improvement and Best Practices Sharing," vol. 12, no. 3, pp. 469–474, 2014.
- [7] SEI, "CMMI ® para Desarrollo, Versión 1.3," 2010.
- [8] F. J. Pino, F. Garcia, F. Ruiz, and M. Piattini, "Adaptación de las normas ISO / IEC 12207 : 2002 e ISO / IEC 15504 : 2003 para la evaluación de la madurez de procesos software en países en desarrollo," 2003.
- [9] R. Delgado, P. Yuritzzy, M. Fuentes, M. L. Y, Á. Rodríguez, F. Javier, M. Arteaga, M. Lourdes, and Y. M. Fuentes, "Aplicación de instrumento diagnóstico en proceso ' gestión de procesos ' con base en MoProSoft," 2009.
- [10] Y. Nieves and M. León, "La gesti ó n del conocimiento : una nueva perspectiva en la gerencia de las organizaciones," vol. 9, no. 2, pp. 121–126, 2001.
- [11] I. Nonaka and G. von Krogh, "Perspective—Tacit Knowledge and Knowledge Conversion: Controversy and Advancement in Organizational Knowledge Creation Theory," *Organ. Sci.*, vol. 20, no. 3, pp. 635–652, Jun. 2009.
- [12] A. Andrés and P. Salazar, "Modelo de implantación de Gestión del Conocimiento y Tecnologías de Información para la Generación de Ventajas Competitivas," 2000.
- [13] G. Ramírez and A. Collazos, "Gestión del conocimiento como apoyo para la mejora de procesos software en las micro , pequeñas y medianas empresas programmes in micro , small and medium-sized companies," vol. 28, no. 1, pp. 137–145, 2008.
- [14] W. X. Wan, Jiangping, Wan Dan, Luo Weiping, "Research on Explicit and Tacit Knowledge Interaction in Software Process Improvement Project," *J. Softw. Eng. Appl.*, vol. 04, no. 06, pp. 335–344, 2011.
- [15] V. S. Sija Komi-Sirviö and Annukka Mäntyniemi, "Toward a Practical Solution for Capturing Knowledge for Software Projects," no. June, pp. 60–62, 2002.
- [16] O. Steen, "Practical knowledge and its importance for software product quality," *Inf. Softw. Technol.*, vol. 49, no. 6, pp. 625–636, Jun. 2007.
- [17] T. E. Fægri, T. Dybå, and T. Dingsøy, "Introducing knowledge redundancy practice in software development: Experiences with job rotation in support work," *Inf. Softw. Technol.*, vol. 52, no. 10, pp. 1118–1132, Oct. 2010.
- [18] L. Pek and W. Land, "Capturing Implicit Software Engineering Knowledge," no. 2000, pp. 108–114, 2001.
- [19] A. Aurum, F. Daneshgar, and J. Ward, "Investigating Knowledge Management practices in software development organisations – An Australian experience," *Inf. Softw. Technol.*, vol. 50, no. 6, pp. 511–533, May 2008.
- [20] K. Schneider and J. Von Hunnius, "Experience in Implementing a Learning Software Organization," no. June, 2002.
- [21] K. Alagarsamy, S. Justus, and K. Iyakutti, "On the Implementation of a Knowledge Management Tool for SPI," *Int. Conf. Comput. Intell. Multimed. Appl. (ICCIMA 2007)*, pp. 48–55, Dec. 2007.
- [22] V. R. Basili, G. Caldiera, and H. D. Rombach, "The experience factory," vol. 2, pp. 1–19.

- [23] C. J. A, C. Gonzalo, M. Jezreel, and M. Mirna, “Approach to Identify Internal Best Practices in a Software Organization \*,” pp. 107–118.
- [24] M. Mirna and M. Jezreel, “The Results Analysis of Using MIGME-RRC Methodology for Software Process Improvement \*,” no. 852.
- [25] M. Jezreel and S. F. Tomas, “Experiencia en la Mejora de Procesos de Gestión de Proyectos Utilizando un Entorno de Referencia Multimodelo,” *Rev. Ibérica Sist. y Tecnol. Inf. risti*, pp. 87–100, 2010.
- [26] M. Niazi, D. Wilson, and D. Zowghi, “A maturity model for the implementation of software process improvement: an empirical study,” *J. Syst. Softw.*, vol. 74, no. 2, pp. 155–172, Jan. 2005.
- [27] J. a. Calvo-Manzano, G. Cuevas, G. Gómez, J. Mejia, M. Muñoz, and T. San Feliu, “Methodology for process improvement through basic components and focusing on the resistance to change,” *J. Softw. Evol. Process*, vol. 24, no. 5, pp. 511–523, Aug. 2012.
- [28] M. Mirna, M. Jezreel, C.-M. J. a., C. Gonzalo, S. F. Tomas, and D. A. Antonio, “Expected Requirements in Support Tools for Software Process Improvement in SMEs,” *2012 IEEE Ninth Electron. Robot. Automot. Mech. Conf.*, pp. 135–140, Nov. 2012.
- [29] V. Claudia, M. Mirna, and M. Jezreel, “Characterization of Software Processes Improvement Needs in SMEs,” *2013 Int. Conf. Mechatronics, Electron. Automot. Eng.*, pp. 223–228, Nov. 2013.
- [30] M. Mirna, M. Jezreel, C.-M. Jose A., C. Gonzalo, and S. Feliu Tomás, “Evaluación de los Procesos Software de una Organización Enfocando en la Disminución de la Resistencia al Cambio,” *Comput. Sci. Eng.*, vol. 2, no. 4, pp. 66–73, Aug. 2012.
- [31] W. Libardo, A. Cesar, M. R. Victor, E. Colaborativo, D. E. A. A. La, M. D. E. Procesos, and D. E. S. En, “DE SOFTWARE COLLABORATIVE ENVIRONMENT TO SUPPORT THE SOFTWARE PROCESS IMPROVEMENT IN SMALL SOFTWARE COMPANIES,” 2013.
- [32] L. U. Z. S. V. A, P. A. V. S, and C. A. Ocampo, “MODELO DE CALIDAD DE SOFTWARE Model of software quality,” no. 42, pp. 172–176, 2009.
- [33] S. D. Müller, L. Mathiassen, and H. H. Balshøj, “Software Process Improvement as organizational change: A metaphorical analysis of the literature,” *J. Syst. Softw.*, vol. 83, no. 11, pp. 2128–2146, Nov. 2010.
- [34] G. C. Green, A. R. Hevner, and R. Webb Collins, “The impacts of quality and productivity perceptions on the use of software process improvement innovations,” *Inf. Softw. Technol.*, vol. 47, no. 8, pp. 543–553, Jun. 2005.
- [35] R. Van Solingen, “return on investment Measuring the ROI,” 2004.
- [36] R. G. X. A. Soto Durán Enrique, “INTRODUCCIÓN A LOS MODELOS DE CALIDAD DEL SOFTWARE BASADOS EN PROCESOS,” 2010.
- [37] L. E. Mendoza, “Prototipo de Modelo Sistémico de Calidad ( MOSCA ) del Software 2 Matriz de Calidad Global Sistémica,” vol. 8, pp. 196–217, 2005.
- [38] A. C. Gillies, *Software quality Theory and management*. London, U.K.: Chapman & Hall, 1992, p. 250.
- [39] N. Ashrafi, “The impact of software process improvement on quality: in theory and practice,” *Inf. Manag.*, vol. 40, no. 7, pp. 677–690, Aug. 2003.
- [40] S. Trudel, J.-M. Lavoie, M.-C. Paré, and W. Suryn, “PEM: The small company-dedicated software process quality evaluation method combining CMMISM and ISO/IEC 14598,” *Softw. Qual. J.*, vol. 14, no. 1, pp. 7–23, Mar. 2006.
- [41] P. A. N. Rose Jeremy, Aaen Ivan, *Software Processes & Knowledge*. Aalborg: Software Inovation Publisher, Aalborg University, Departmen of Computer Science, 2008.
- [42] A. A. Rahman and S. Ibrahim, “Quality Management in Software Engineering and Information Technology,” pp. 1017–1024, 2012.
- [43] I. VICTOR R. BASILI, senior member, “The Experience Factory and its Relationship to Other Improvement Paradigms.” 1993.
- [44] A. A. Rahman, “A Study of Process Improvement Best Practices,” no. November, 2011.
- [45] B. Singh and S. P. Kannoja, “A Review on Software Quality Models,” *2013 Int. Conf. Commun. Syst. Netw. Technol.*, pp. 801–806, Apr. 2013.
- [46] M. Niazi, D. Wilson, and D. Zowghi, “A framework for assisting the design of effective software process improvement implementation strategies,” *J. Syst. Softw.*, vol. 78, no. 2, pp. 204–222, Nov. 2005.
- [47] M. Muñoz, G. Gasca, and C. Valtierra, “Caracterizando las Necesidades de las Pymes para Implementar Mejoras de Procesos Software: Una Comparativa entre la Teoría y la Realidad,” *Iber. J. Inf. Syst. Technol.*, no. e1, pp. 1–15, Mar. 2014.
- [48] I. Standard, *INTERNATIONAL STANDARD ISO / IEC*, vol. 8. .

- [49] D. Mishra and A. Mishra, “Software process improvement in SMEs: A comparative view,” *Comput. Sci. Inf. Syst.*, vol. 6, no. 1, pp. 111–140, 2009.
- [50] R. V. O. Connor and A. D. Eds, *CCIS 349 - Software Process Improvement and Capability Determination*, no. June. 2013.
- [51] V. Ñaupac, R. Arisaca, and A. Dávila, “Software Process Improvement and Certification of a Small Company Using the NTP 291 100 ( MoProSoft ),” vol. 100, no. iii, pp. 32–43.
- [52] H. Oktaba, “Moprosoft: el nuevo modelo que impondrá una norma mexicana para la calidad en la industria del del del software,” pp. 81–83, 2000.
- [53] T. Kucza and S. Komi-sirviö, “Utilising Knowledge Management in Software Process Improvement - The Creation of a Knowledge Management Process Model 1,” 2001.
- [54] G. Santos, M. Montoni, S. Figueiredo, and A. R. Rocha, “SPI-KM - Lessons Learned from Applying a Software Process Improvement Strategy Supported by Knowledge,” pp. 81–95, 2007.
- [55] R. Abdullah, “Knowledge Management System Model in Enhancing Knowledge Facilitation of Software Process Improvement for Software House Organization,” pp. 60–63, 2012.
- [56] H. Oktaba, M. Piattini, J. Francisco, and C. Alquicira, “Improvement :,” no. October, pp. 21–28, 2007.
- [57] F. Daneshgar and J. Ward, “Investigating Knowledge Management practices in software development organisations – An Australian experience,” 2007.
- [58] C. M. V. 1. Nahur Meléndez Araya1, Vianca Vega Zepeda1, José Gallardo Arancibia1, D. I. de S. y C. A. A. 0610 1 Universidad Católica del Norte, C. Antofagasta, and C. c. nmelende@gmail.com, vvega@ucn.cl, jgallardo@ucn.cl, “IR-SIXSIGMA : Mejora de Calidad en Ingeniería de Requisitos Mediante la,” 2009.
- [59] D. S. R. Produced, E. Software, and E. Maryland, “Knowledge Management in Software Engineering.”
- [60] I. Aaen, “feature Improvement : Blueprints versus Recipes,” 2003.
- [61] F. O. Bjørnson and D. Torgeir, “Knowledge management in software engineering: A systematic review of studied concepts, findings and research methods used,” *Inf. Manag.*, 2008.
- [62] “Polyani TacitKnowing.pdf.”
- [63] J. Arent, F. Bajersvej, D.-A. Øst, and J. Nørbjerg, “Software Process Improvement as Organizational Knowledge Creation : A Multiple Case Analysis,” vol. 00, no. c, pp. 1–11, 2000.
- [64] M. Sánchez, “SPI Manifiesto: una visión integradora de tres años de publicaciones,” vol. 9, no. 2, pp. 13–29, 2012.
- [65] T. Dybå, “An Instrument for Measuring the Key Factors of Success in Software Process Improvement,” pp. 357–390, 2001.
- [66] M. Jezreel, M. Mirna, R. Guillermo, T. I. E, R. H. E, G. J. M, C. De Investigación, and A. Universidad, “Extracción del Conocimiento Tácito para la Mejora de Procesos Software : Una experiencia en un Organismo Gubernamental Knowledge Extraction Tacit for Software Process Improvement in a Governmental Organization.”
- [67] B. Wong and M. Bhatti, “The influence of team relationships on software quality,” *2009 ICSE Work. Softw. Qual.*, pp. 1–8, May 2009.
- [68] M. Kukko, “Journal of High Technology Management Research Knowledge sharing barriers in organic growth : A case study from a software company,” vol. 24, pp. 18–29, 2013.
- [69] S. Nidhra, M. Yanamadala, W. Afzal, and R. Torkar, “International Journal of Information Management Knowledge transfer challenges and mitigation strategies in global software development — A systematic literature review and industrial validation,” vol. 33, pp. 333–355, 2013.
- [70] J. A. Fabri, A. L. Erario, A. Luis, and M. S. D. P. Pessôa, “Knowledge Management and Concept Maps applied to Software Process Improvement.”
- [71] M. Niazi, M. A. Babar, and J. M. Verner, “Software Process Improvement barriers: A cross-cultural comparison,” *Inf. Softw. Technol.*, vol. 52, no. 11, pp. 1204–1216, Nov. 2010.
- [72] F. J. Pino, “Revisión sistemática de mejora de procesos software en micro , pequeñas y medianas empresas,” *REICIS Rev. Española Innovación, Calid. e Ing. del Softw.*, vol. 2, pp. 6–23, 2006.
- [73] F. J. Pino, F. García, and M. Piattini, “Software process improvement in small and medium software enterprises: a systematic review,” *Softw. Qual. J.*, vol. 16, no. 2, pp. 237–261, Nov. 2007.
- [74] O. Montaña Arango, “Modelo que identifica el nivel de madurez de los procesos de las pequeñas empresas del sector industrial,” in *Xii congreso internacional de la academia de ciencias administrativas a. c. (acacia)*, 2007, no. 01771.
- [75] N. Baddoo and T. Hall, “De-motivators for software process improvement: an analysis of practitioners’ views,” *J. Syst. Softw.*, vol. 66, no. 1, pp. 23–33, Apr. 2003.



- [76] S. FERNANDA, “ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS MODELOS Y ESTÁNDARES DE CALIDAD DEL SOFTWARE.,” 2006.
- [77] M. Niazi and M. A. Babar, “De-motivators of Software Process Improvement : An Analysis of Vietnamese Practitioners ’ Views,” pp. 118–131, 2007.
- [78] J. Capote, C. J. Llantén, C. Pardo, and C. Collazos, “Gestión del conocimiento en un programa de mejora de procesos de software en MiPyMEs : KMSPI Model Knowledge management in a software process improvement program in micro , small and medium-sized enterprises : KMSPI Model,” pp. 205–216, 2009.
- [79] R. Grimaldi and S. Torrisi, “Codified-tacit and general-specific knowledge in the division of labour among firms A study of the software industry,” vol. 30, pp. 1425–1442, 2001.
- [80] A. F. Gutiérrez, E. Gasca Gutiérrez, A. Pérez Rojas, and L. López Márquez, “Acerca de la implementación de los modelos de calidad en la construcción de software en México,” *Rev. Tecnura*, 13(25), vol. 55, pp. 116–127, 2012.
- [81] A. Jose, A. Mirna, S. Feliu, and B. Monte, “Identificación de las Mejores Prácticas de una Organización de Desarrollo de Software Mediante la Gestión de su Conocimiento,” 2010.
- [82] A. L. Ferreira, R. J. Machado, and M. C. Paulk, “Quantitative Analysis of Best Practices Models in the Software Domain,” *2010 Asia Pacific Softw. Eng. Conf.*, pp. 433–442, Nov. 2010.
- [83] X. H. Moriones, “JUSTIFICACIÓN DE NECESIDAD DE MODELOS DE MEJORA DE PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN DE SOFTWARE ADAPTADO ESPECÍFICAMENTE A MIPYMES \_ DS COLOMBIANAS,” pp. 1–31, 2010.
- [84] A. Menolli, M. A. Cunha, S. Reinehr, and A. Malucelli, “‘Old’ theories, ‘New’ technologies: Understanding knowledge sharing and learning in Brazilian software development companies,” *Inf. Softw. Technol.*, Jul. 2014.
- [85] F. O. Bjørnson and T. Dingsøy, “Knowledge management in software engineering: A systematic review of studied concepts, findings and research methods used,” *Inf. Softw. Technol.*, vol. 50, no. 11, pp. 1055–1068, Oct. 2008.
- [86] B. T. H. Davenport, L. Prusak, and A. Webber, “Working Knowledge : How Organizations Manage What They Know,” pp. 1–15.
- [87] M. T. Hansen, N. Nohria, and T. Tierney, “WHAT ’ S YOUR STRATEGY FOR MANAGING KNOWLEDGE ?”
- [88] B. Kitchenham, R. Pretorius, D. Budgen, O. P. Brereton, M. Turner, M. Niazi, and S. Linkman, “Systematic literature reviews in software engineering – A tertiary study,” *Inf. Softw. Technol.*, vol. 52, no. 8, pp. 792–805, 2010.
- [89] F. Q. B. da Silva, A. L. M. Santos, S. Soares, a. C. C. França, C. V. F. Monteiro, and F. F. Maciel, “Six years of systematic literature reviews in software engineering: An updated tertiary study,” *Inf. Softw. Technol.*, vol. 53, no. 9, pp. 899–913, Sep. 2011.
- [90] J. M. Miranda, M. Muñoz, E. Uribe, J. Márquez, G. Uribe, and C. Valtierra, “Systematic Review Tool to Support the Establishment of a Literature Review,” vol. 1, pp. 171–181, 2014.
- [91] B. A. Kitchenham and T. Dybå, “Evidence-based Software Engineering,” 2004.
- [92] P. Martínez, A. Amescua, J. García, D. Cuadra, J. Llorens, J. M. Fuentes, D. Martín, G. Cuevas, J. A. Calvo-manzano, T. S. Feliu, U. Carlos, I. I. I. De Madrid, E. Politécnica, S. Avda, D. Universidad, U. P. De Madrid, F. De Informática, and C. De Montegancedo, “Requirements for a knowledge management framework to be used in software intensive organizations,” pp. 554–559, 2005.
- [93] A. Calvo-Manzano Jose, C. Gonzalo, M. Muñoz, T. San Feliu, A. R, and A. Sánchez, “Identifying Best Practices for a Software Development Organization through Knowledge Management,” in *Information Systems and Technologies (CISTI), 2010 5th Iberian Conference on*, 2010.
- [94] S. J. Schwaber Ken, “La Guía de Scrum.” Scrum.ORG, p. 17, 2011.
- [95] C. G. Nieves-guerrero, J. P. Ucán-pech, and V. H. Menéndez-domínguez, “UWE en Sistema de Recomendación de Objetos de Aprendizaje . Aplicando Ingeniería Web : Un Método en Caso de Estudio,” vol. 2, no. 3, pp. 137–143, 2014.
- [96] R. Cortez and A. Vazhenin, “Developing Re-usable Components Based on the Virtual-MVC Design Pattern,” pp. 132–149, 2013.
- [97] T. Hall and J. Stacey, *Python 3 for Absolute. .*
- [98] A. Freeman, *Introducing Visual C# 2010. .*
- [99] M. Alchin, *Pro Django Second Edition*, Second Edi. New York, New York, USA: Apress, 2013, p. 267.

- [100] S. Fernando and M. Giraldo, “Desarrollo de un Sistema de Información Geográfica Web para el análisis espacial y temporal de las finanzas del Reino de Castilla en el siglo XVI.,” 2012.
- [101] M. Casario, P. Elst, C. Brown, N. Wormser, and C. Hanquez, *HTML5 Solutions: Essential Techniques for HTML5 Developers*. Berkeley, CA: Apress, 2011, p. 331.
- [102] D. Powers, *Beginning CSS3*. Berkeley, CA: Apress, 2012.
- [103] P. M. Juan, “Bootstrap 3.0.” Dep. Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial, Facultad de Informática, Universidad Complutense Madrid, Madrid, 2013.
- [104] L. Alberto and C. Santillán, “Bases de datos en MySQL.”
- [105] W. Paper, S. D. De Trabajo, and B. Aires, “El caso de estudio como metodología de investigación: Teoría, mecanismos causales, validación,” *econsor*, 2005.





## **Anexo1: Autorización de publicación en formato electrónico de tesis.**





**CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS, A.C.**

**BIBLIOTECA  
AUTORIZACION  
PUBLICACION EN FORMATO ELECTRONICO DE TESIS**

El que suscribe

Autor(es) de la tesis: -----  
-----

Título de la tesis: -----  
-----  
-----

Institución y Lugar: -----  
-----

Grado Académico: Licenciatura ( ) Maestría ( ) Doctorado ( ) Otro ( )

Año de presentación: -----

Área de Especialidad: -----

Director(es) de Tesis: -----

Correo electrónico: -----

Domicilio: -----  
-----

Palabra(s) Clave(s): -----

Por medio del presente documento autorizo en forma gratuita a que la Tesis arriba citada sea divulgada y reproducida para publicarla mediante almacenamiento electrónico que permita acceso al público a leerla y conocerla visualmente, así como a comunicarla públicamente en la Página WEB del CIMAT.

La vigencia de la presente autorización es por un periodo de 3 años a partir de la firma de presente instrumento, quedando en el entendido de que dicho plazo podrá prorrogar automáticamente por periodos iguales, si durante dicho tiempo no se revoca la autorización por escrito con acuse de recibo de parte de alguna autoridad del CIMAT

La única contraprestación que condiciona la presente autorización es la del reconocimiento del nombre del autor en la publicación que se haga de la misma.

Atentamente

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del tesista

---

---

CALLE JALISCO S/N MINERAL DE VALENCIANA APDO. POSTAL 402  
C.P. 36240 GUANAJUATO, GTO., MÉXICO  
TELÉFONOS (473) 732 7155, (473) 735 0800 EXT. 49609 FAX. (473) 732 5749  
E-mail: [biblioteca@cimat.mx](mailto:biblioteca@cimat.mx)

