

# **TESIS DOCTORAL**

## ***Aproximación holística a la integración de modelos SPI en entorno microempresa***

**Autora:**

**Mary Luz Sánchez Gordón**

**Directores:**

**Ricardo Colomo Palacios**

**Antonio de Amescua Seco**

**Tutor:**

**Antonio de Amescua Seco**

**DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA**

Leganés, Octubre 2017



## TESIS DOCTORAL

# APROXIMACIÓN HOLÍSTICA A LA INTEGRACIÓN DE MODELOS SPI EN ENTORNO MICROEMPRESA

***Autora:*** *Mary Luz Sánchez Gordón*

**Directores:** **Ricardo Colomo Palacios**  
**Antonio de Amescua Seco**

Firma del Tribunal Calificador:

Firma

Presidente:

Vocal:

Secretario:

Calificación:

Leganés, de de



A mis padres, Eduardo y Teresa

Especialmente dedicado a la memoria de mi padre, que me inspiro para seguir los estudios de doctorado pero no pudo acompañarme en mi graduación.

A mi esposo y mi hija, Ricardo y Rebeca



# Resumen

En todo el mundo, una abrumadora mayoría de las empresas son muy pequeñas o pequeñas. Es así que la industria del software no es la excepción. Aunque las pequeñas empresas de software juegan un papel importante en la mayoría de economías, especialmente en los países en desarrollo, tienen que trabajar duro para sobrevivir. Por lo general, les resulta difícil dedicar tiempo y esfuerzo a mejorar sus operaciones y procesos. Además, los conocimientos técnicos y las herramientas no son suficientes. Su capacidad para gestionar las cuestiones humanas es un aspecto importante y particularmente difícil que apenas se ha estudiado. Por lo tanto, es importante abordar tales necesidades mediante la introducción de un marco que especifique las maneras de hacer las cosas mientras que conscientemente les anima a mejorar su capacidad de mejorar. A pesar del hecho de que hay muchos enfoques de mejora de procesos de software, ninguno de ellos aborda los factores humanos de las pequeñas empresas de una manera integral y holística. En consecuencia, esta tesis se dirige a la definición de un marco para integrar los factores humanos en el trabajo cotidiano como una forma de abordar ese reto.

La resolución del problema se ha abordado desde un punto de vista humano teniendo en cuenta aspectos que pertenecen a otras disciplinas tales como el pensamiento visual, la psicología y la gestión. La solución propuesta proporciona un marco, llamado Samay, para apoyar los factores humanos en las microempresas de software que pueda ser adaptado a la situación real y concreta de cada organización, y que proporciona técnicas adecuadas para mejorar los factores humanos envueltos en el desarrollo de software. Además, este estudio sugiere gestionar los factores humanos a partir del ciclo de vida del proceso de software. El objetivo es converger hacia una mejora continua por medio de mecanismos alternativos que afecten a las personas. Este marco fue desarrollado en base a las revisiones de normas relevantes (tales como ISO/IEC 29110, ISO 10018, OMG Essence e ISO/IEC 33014) y estudios publicados previamente en este campo. Este marco se compone de un núcleo, que corresponde a un proceso de desarrollo de software, y dos grupos de elementos llamados complemento y soporte. El primer grupo está directamente vinculado al proceso de desarrollo, el cual incluye: flujo de proceso de desarrollo de software, roles y responsabilidades, y competencias y niveles de competencia. El segundo grupo está intentando facilitar la adopción del marco por medio de dos componentes: la iniciación y la gestión del cambio.

El desarrollo de esta tesis ha seguido una metodología de investigación consistente e integral que incluye una revisión sistemática de la literatura y métodos cualitativos como entrevistas y grupos focales. Además, una revisión de expertos y los hallazgos de validación respaldan la visión de que Samay podría apoyar a los profesionales cuando las pequeñas empresas de software quieren comenzar a mejorar sus formas de trabajo. En la última etapa de la metodología de investigación se ha realizado una validación empírica por medio de la implementación en un caso de estudio para verificar la aplicabilidad del marco. Los datos obtenidos de la validación indican que la aplicación del marco introduce un cambio positivo en la satisfacción laboral y la comunicación.

Finalmente, se concluye que la satisfacción laboral y la comunicación en el desarrollo de software sigue siendo un desafío. Para reducir esta dificultad, esta tesis da luz sobre el tema proporcionando un marco para desencadenar los factores humanos diariamente.

Palabras clave: microempresas, pequeñas empresas, VSE, pequeñas configuraciones, mejora de procesos de software, SPI, factores humanos, sistema socio-técnico, proceso de software, satisfacción laboral, clima de trabajo en equipo, comunicación



## Abstract

Around the world, an overwhelming majority of enterprises are very small or small. So that software Industry is not the exception. Although small software companies play a major role in most economies, particularly in developing countries, they have to work hard in order to survive. They usually find it challenging to spend time and effort on improving their operations and processes. Moreover, technical knowledge and tools are not enough. Their ability to manage human issues is an important and particularly challenging aspect which has been scarcely studied. Therefore, it is important to address such needs by the introduction of a framework that specifies ways of getting things done while consciously encourage them to enhance their ability to improve. In spite of the fact that there are many software process improvement approaches, none of them address the human factors of small companies in a comprehensive and holistic way. Consequently, this thesis is aimed at the definition of a framework to integrate human factors in the daily work as a way to deal with that challenge.

The resolution of the problem has been approached from a human point of view taking in consideration aspects belonging to others disciplines such as visual thinking, psychology and management. The proposed solution provides a framework, called Samay, to support the human factors in software microenterprises that can be tailored to the actual and concrete situation of each organization, and that provides suitable techniques to enhance human factors involved in software development. Furthermore, this study suggests managing human factors but pointing out the software process life cycle. The purpose is to converge toward a continuous improvement by means of alternative mechanisms that impact on people. This framework was developed based upon reviews of relevant standards (such as ISO/IEC 29110, ISO 10018, OMG Essence and ISO/IEC 33014) and previously published studies in this field. This framework is composed of a kernel, corresponding to a software development process, and two groups of elements called complement and support. First group is directly linked to the development process which includes: software development process flow, roles and responsibilities, and competencies and competency levels. Second group is trying to facilitate the adoption of the framework by two components: initiation and change management.

The development of this thesis has followed a consistent and integral research methodology that has included a systematic literature review and qualitative methods such as interviews and focus group. Moreover, an expert review and validation findings supported the view that Samay could support practitioners when small software companies want to start improving their ways of work. In the last phase of the research methodology an empirical validation has been performed through its implementation in one case study in order to verify the applicability of the framework. The data obtained from the validation indicate that the application of the framework introduces a positive change of the job satisfaction and communication.

Finally, it is concluded that the job satisfaction and communication in software development remains a challenge. To reduce this difficulty, this thesis sheds some light on the topic by providing a framework to trigger human factors in daily basis.

Keywords: microenterprises, small companies, VSE, small settings, software process improvement, SPI, human factors, socio-technical system, software process, job satisfaction, teamwork climate, communication



## Agradecimientos

A lo largo de la vida, todos tenemos una deuda de gratitud con ciertas personas que nos han apoyado. Desde el inicio de mi vida tuve la suerte de tener dos padres muy generosos, quienes además de su amor me brindaron su apoyo. A mis padres, Eduardo y Teresa, por lo tanto, les brindo mi profundo agradecimiento. También debo reconocer la gran paciencia y flexibilidad que mi esposo, Ricardo, y mi hija, Rebeca, han demostrado. Durante todo este tiempo incluso en fines de semana, ellos no solo me comprendieron sino que siempre me animaron. A ellos, también les ofrezco un profundo y sincero agradecimiento además de todo mi amor. En este sentido de entre todo el resto de mi familia, merecen una mención mi hermano Alex, mis hermanas Sandra y Lourdes, y mis sobrinos Santiago y Gabriela porque en su día me brindaron su apoyo desinteresado.

Con respecto al doctorado, estoy muy agradecida por el apoyo y dirección ofrecidos por mi tutor, el Dr. Antonio de Amescua. Además, en este tiempo tuve la maravillosa oportunidad de contar con Ricardo Colomo como mi director, él ha sido una persona excepcional que siempre ha sabido apoyarme y animarme. El compromiso de Ricardo es total, trabaja mucho para maximizar el potencial de sus estudiantes y su investigación, al mismo tiempo que apoya el bienestar de los estudiantes. Estoy segura de que sus esfuerzos están considerablemente más allá de los requisitos de un Director. Asimismo, estoy segura de que esta tesis se ha beneficiado mucho de la atención de Ricardo a los detalles y a la calidad de esta investigación de doctorado.

También estoy agradecida con otros investigadores como el tribunal de la pre-lectura, los expertos que participaron en la validación, y muy especialmente con el Dr. Rory O'Connor quien fue fundamental durante mi estancia doctoral. Igualmente, estoy agradecida con todos los que participaron en el estudio de campo y con quienes aún sin saberlo con su generosidad han contribuido de distintas formas en este trabajo.



# Índice de Contenido

---

Resumen .....	i
Abstract .....	iii
Agradecimientos .....	v
Índice de Contenido .....	vii
Índice de Figuras .....	ix
Índice de Tablas .....	xi
Part I Introduction .....	1
1. Introduction .....	3
1.1 Context .....	3
1.2 Research objectives .....	4
1.3 Research methodology .....	5
1.4 Current work and preliminary results .....	6
1.5 Structure of the thesis .....	8
Parte II Estado de la Cuestión .....	11
2. Microempresas de software .....	13
2.1 Definición del término microempresa .....	13
2.2 Importancia de las microempresas .....	14
2.3 Proceso de software en las microempresas .....	15
2.4 Mejora del proceso de software en las microempresas .....	18
3. Factores Humanos en el desarrollo de software .....	21
3.1 Comunicación .....	22
3.2 Satisfacción Laboral .....	24
3.3 Clima de Trabajo en Equipo .....	26
4. Estándares internacionales .....	29
4.1 ISO/IEC 29110 .....	29
4.2 OMG ESSENCE .....	31
4.3 ISO 10018 .....	34
4.4 ISO/IEC 33014 – Modelo Improvability .....	36
5. Resumen del Estado de la Cuestión .....	39
Parte III Problema y Validación .....	41
6. Planteamiento del Problema .....	43
6.1 Descripción del problema .....	43
6.2 Enfoque de Investigación .....	44
6.3 Limitaciones a la validez .....	47
7. Resolución del problema .....	53
7.1 Examinando la adopción de modelos SPI .....	53
7.2 Limitaciones en la adopción de modelos SPI .....	57
7.3 Hacia la facilitación de la adopción de modelos SPI .....	63
7.4 Diseño del marco propuesto .....	65
8. Definición del marco .....	75
8.1 Visión general del marco de trabajo .....	75
8.2 Alcance del marco de trabajo .....	84
8.3 Descripción del marco propuesto .....	84
8.4 Delimitación de la solución .....	144
9. Validación Empírica .....	147
9.1 Planificación de la validación empírica .....	147
9.2 Validación de Expertos .....	148
9.3 Caso de estudio .....	152
10. Análisis de los resultados obtenidos de la validación empírica .....	167

10.1	Cuestionarios.....	167
10.2	Contraste de Hipótesis .....	190
10.3	Discusión y Conclusiones de la validación empírica.....	193
Parte IV Conclusiones.....		197
11.	Conclusions .....	199
11.1	Revisiting the research objective and hypotheses .....	199
11.2	Main research contributions .....	201
11.3	Benefits of the Proposed Framework.....	201
11.4	Research limitations .....	202
11.5	Further research .....	202
Bibliografía.....		205
Apéndices.....		221
Apéndice A. Relación de técnicas y factores humanos .....		223
Apéndice B. Cuestionario de la Auditoria de la Comunicación (CAC).....		226
B.1.	Descripción .....	226
B.2.	Detalle del CAC .....	226
B.3.	Descripción de factores del CAC.....	229
Apéndice C. Cuestionario de Satisfacción de Minnesota (MSQ).....		231
C.1.	Descripción .....	231
C.2.	Detalle del MSQ.....	231
C.3.	Descripción de factores del MSQ .....	232
Apéndice D. Cuestionario de percepciones de clima de trabajo en equipo: Team Climate inventory (TCI).....		233
D.1.	Descripción del TCI .....	233
D.2.	Detalle del TCI .....	233
D.3.	Factores del Cuestionario de TCI.....	234
Apéndice E. Directrices de diseño e implementación de Affective Slider .....		236
Apéndice F. Certificación de la validación empírica.....		237

# Índice de Figuras

---

Figure 1.1. Model of research process adapted from Oates (2006) .....	5
Figure 1.2. Structure of the thesis .....	8
Figura 3.1. Resumen de estudios de revisión de la literatura (Lenberg et al., 2015) .....	22
Figura 3.2. Curva de Modos de Comunicación (Cockburn, 2006).....	23
Figura 4.1. Procesos de la guía del perfil básico .....	30
Figura 4.2. Diagrama de Procesos de ISO/IEC 29110 .....	31
Figura 4.3. Las tarjetas hacen tangible el núcleo.....	33
Figura 4.4. OMG Essence: Alphas y áreas de preocupación .....	33
Figura 4.5. Proceso estratégico para la participación activa y competencia de las personas ...	34
Figura 4.6. Modelo Improvability (Pries-Heje & Johansen, 2013).....	37
Figura 6.1. Vista holística de las actividades de investigación .....	46
Figura 6.2. Diseño general del caso de estudio.....	51
Figura 7.1. Iniciativas SPI identificadas en el ámbito PYME .....	57
Figura 7.2. Factores Humanos relacionados con iniciativas SPI.....	59
Figura 7.3. Factores humanos que impactan en la participación y competencia de las personas basado en (ISO, 2012) .....	62
Figura 7.4. Elementos de soporte y complemento de Samay .....	73
Figura 8.1. Flujos de proceso de desarrollo conforme el marco propuesto.....	76
Figura 8.2. Modelo Defying Doom (Quinn, 2016) .....	81
Figura 8.3. Defying Doom: Evolución de indicadores de Negocio.....	81
Figura 8.4. Defying Doom: Plantilla para construir una historia .....	82
Figura 8.5. Defying Doom: Análisis 4 Perspectivas .....	83
Figura 8.6. Defying Doom: Mapa del cambio .....	83
Figura 8.7. Defying Doom: Plan de Acción .....	84
Figura 8.8. Esquema conceptual de las fases de Samay .....	86
Figura 8.9. Diseño General de Samay.....	87
Figura 8.10. Técnicas para Fase de Oportunidad.....	88
Figura 8.11. Planificación de reuniones .....	89
Figura 8.12. Mapa de interesados: a. tipo satélite y b. Hub and Spoke .....	89
Figura 8.13. Tipos de interesados.....	90
Figura 8.14. Mapa de Empatía.....	91
Figura 8.15. Telaraña de la confianza ( <i>trust spider</i> ) (Kosnik, 2010).....	92
Figura 8.16. Mapa de Contexto (Gray et al., 2010).....	93
Figura 8.17. Mapa de Plan de Juego (Gray et al., 2010).....	93
Figura 8.18. Visión general de una oportunidad de ventas. ....	94
Figura 8.19. Técnicas para Fase de Negociación.....	95
Figura 8.20. Mapa para preparar la negociación .....	96
Figura 8.21. Mapa creado durante la negociación.....	97
Figura 8.22. Mapa para determinar los factores que impiden un acuerdo .....	98
Figura 8.23. Mapa de similitudes y diferencias .....	98
Figura 8.24. Naturaleza cíclica de la obtención, análisis y especificación de requerimientos ...	99
Figura 8.25. Técnicas para la Fase de Análisis de Requerimientos.....	100
Figura 8.26. Técnicas para Fase de Planificación .....	102
Figura 8.27. Estimación Three-point or expected value .....	103
Figura 8.28. Estimación relativa: a. Tamaños de camiseta, b. Tamaños de perro.....	104
Figura 8.29. Carriles de piscina ( <i>Swim-Lane sizing</i> ).....	105
Figura 8.30. Priorizar requerimientos: Matriz de Eisenhower .....	106
Figura 8.31. Escala de tres niveles .....	107

Figura 8.32. Priorizar requerimientos: MoSCoW .....	107
Figura 8.33. Primero el trabajo más corto (Reinertsen, 2009) .....	108
Figura 8.34. Primero el costo de demora más alto (Reinertsen, 2009) .....	108
Figura 8.35. Primero el trabajo más pesado y más corto (Weighted Shortest Job First) (Reinertsen, 2009).....	109
Figura 8.36. Kano Analysis (factores) .....	110
Figura 8.37. Formulario de asignación de requerimientos (O'Connell, 2001) .....	114
Figura 8.38. Asignación: a. Habilidades en forma de T (Rubin, 2012) .....	115
Figura 8.39. Estado Mental según el Modelo de Fluir (Csikszentmihalyi, 2008) .....	116
Figura 8.40. Métrica de Eficiencia en la eliminación de defectos .....	118
Figura 8.41. Técnicas de Fase de Desarrollo de Software .....	119
Figura 8.42. Mapa Personal .....	120
Figura 8.43. Balance Motivacional (Appelo, 2010) .....	121
Figura 8.44. Diagnóstico 1 a 1 (Kosnik, 2010) .....	122
Figura 8.45. Celebration Grid (Appelo, 2014) .....	129
Figura 8.46. Niveles de delegación .....	131
Figura 8.47. Tablero de delegación .....	132
Figura 8.48. Mapa de delegación .....	133
Figura 8.49. Mapa para Monitorear habilidad .....	134
Figura 8.50. Comenzar-Parar-Mantener .....	135
Figura 8.51. Estrella de Mar .....	135
Figura 8.52. Técnicas para las Pruebas de Software .....	137
Figura 8.53. Técnicas para la Fase de Despliegue de Software .....	141
Figura 8.54. Las cinco estrategias de despliegue (Pries-Heje & Johansen, 2013) .....	142
Figura 8.55. El producto completo .....	142
Figura 8.56. Modelo de Rol .....	143
Figura 9.1. Naturaleza deductiva del caso de estudio .....	153
Figura 9.2. The "Affective Slider" (AS) .....	157
Figura 9.3. Talleres de Fase de Iniciación .....	162
Figura 9.4. Material creado para la comprensión de Samay .....	163
Figura 10.1. Clasificación de los participantes según factores de CAC .....	170
Figura 10.2. Clasificación de los participantes según el factor de "Activación" .....	176
Figura 10.3. Clasificación de los participantes según el factor "Valencia" .....	176
Figura 10.4. Clasificación de los participantes según el factor de "Satisfacción Intrínseca" ....	180
Figura 10.5. Clasificación de los participantes según el factor "Satisfacción Extrínseca" .....	180
Figura 10.6. Clasificación de los participantes según el factor "Satisfacción General" .....	181
Figura 10.7. Clasificación de los participantes según el factor "Seguridad en la Participación" .....	184
Figura 10.8. Clasificación de los participantes según el factor "Apoyo para la Innovación" .....	186
Figura 10.9. Clasificación de los participantes según el factor "Visión de Equipo" .....	187
Figura 10.10. Clasificación de los participantes según el factor "Orientación a la Tarea" .....	189

# Índice de Tablas

---

Tabla 3.1. Causas de satisfacción en el trabajo y sub-factores (Pedrycz et al., 2011) .....	25
Tabla 6.1. Resumen de Amenazas a la Validez .....	52
Tabla 6.2. Resumen de estrategias de mitigación de la validez y rigor del diseño de caso de estudio .....	52
Tabla 7.1. Contribuciones importantes en el estudio de SPI en PYMEs .....	53
Tabla 7.2. Criterios de inclusión y exclusión .....	54
Tabla 7.3. Resumen de publicaciones por fuente .....	54
Tabla 7.4. Iniciativas SPI relevantes en el ámbito PYME .....	55
Tabla 7.5. Publicaciones por año .....	55
Tabla 7.6. Iniciativas SPI actuales .....	56
Tabla 7.7. Contribuciones importantes en el estudio de factores humanos y SPI .....	59
Tabla 7.8. Factores Humanos relacionados con iniciativas SPI .....	60
Tabla 7.9. Relación del listado de productos y procesos según ISO/IEC 29110 .....	66
Tabla 7.10. Relación de artefactos clave del marco propuesto en función del ISO/IEC 29110 .....	67
Tabla 7.11. Relación de marcos de referencia – ISO/IEC 29110, OMG Essence, Improvability- y artefactos del marco propuesto .....	67
Tabla 7.12. Fases de Samay con sus entradas y salidas de artefactos .....	69
Tabla 7.13. Conceptos de Comunicación y satisfacción en el trabajo dentro de BSE .....	69
Tabla 7.14. Lista de principales referencias encontradas durante la búsqueda de las técnicas .....	70
Tabla 7.15. Resumen de técnicas revisadas .....	71
Tabla 7.16. Síntesis de la relación entre el factor humano y las fases propuestas de Samay .....	71
Tabla 7.17. Soluciones que Samay ofrece a las limitaciones observadas .....	72
Tabla 7.18. Síntesis de la relación entre el factor humano y los elementos de Samay .....	73
Tabla 8.1. Mapeo entre los roles de Samay y los marcos de referencia –ISO/IEC 29110, OMG Essence, Improvability- .....	77
Tabla 8.2. Descripción de Roles .....	78
Tabla 8.3. Descripción de competencias .....	79
Tabla 8.4. Niveles de competencia genéricos .....	80
Tabla 8.5. Defying Doom: Autodiagnóstico .....	82
Tabla 8.6. Samay (Fases, roles, entradas y salidas) .....	85
Tabla 8.7. Diferentes Principios de Priorización .....	108
Tabla 8.8. Ejemplo de priorización mediante WSJF .....	110
Tabla 8.9. Kano Analysis (cruce de respuestas).....	111
Tabla 8.10. Kano Analysis (distribución de respuestas) .....	112
Tabla 8.11. El enfoque Relative Weighting .....	112
Tabla 8.12. Theme scoring.....	113
Tabla 8.13. Tabla de comprobación de “multifuncional” que es un equipo .....	114
Tabla 8.14. Matriz RACI (Project Management Institute, 2013) .....	117
Tabla 8.15. Ecosistema de métricas (Appelo, 2010) .....	117
Tabla 9.1. Cuestionario de evaluación de expertos .....	150
Tabla 9.2. Historial de expertos.....	150
Tabla 9.3. Ítem de cada aspecto de MSQ versión corta .....	156
Tabla 9.4. Variables e instrumentos de medición de la implantación .....	158
Tabla 10.1. Categorías para la auditoría de la Comunicación .....	167
Tabla 10.2. Estadísticos del CAC fase por categoría .....	168
Tabla 10.3. Resumen de estadísticos del CAC en cada fase.....	169
Tabla 10.4. Test de normalidad para los factores de CAC .....	172
Tabla 10.5. Estadísticos del CAC fase por grupo .....	173

Tabla 10.6. Análisis ANOVA de los factores de CAC .....	173
Tabla 10.7. Análisis Kruskal-Wallis de los factores de CAC .....	174
Tabla 10.8. Categorías para Affective Slider .....	174
Tabla 10.9. Estadísticos correspondientes al Affective Slider en cada fase y categoría .....	175
Tabla 10.10. Estadísticos correspondientes a la Satisfacción Laboral en cada fase .....	175
Tabla 10.11. Test de normalidad para los factores de AS de los participantes .....	177
Tabla 10.12. Análisis Kruskal-Wallis para los factores de AS de los participantes .....	177
Tabla 10.13. Categorías para el Cuestionario de Satisfacción (MSQ) .....	178
Tabla 10.14. Estadísticos correspondientes a la Satisfacción Laboral en cada fase y categoría .....	178
Tabla 10.15. Estadísticos correspondientes a la Satisfacción Laboral en cada fase .....	179
Tabla 10.16. Test de normalidad para los factores de Satisfacción de los participantes .....	182
Tabla 10.17. Estadísticas de grupo para factores de MSQ .....	182
Tabla 10.18. Análisis ANOVA y Kruskal-Wallis de la satisfacción entre los grupos .....	182
Tabla 10.19. Categorías para el factor “Seguridad de la Participación” .....	183
Tabla 10.20. Estadísticos correspondientes a las puntuaciones obtenidas para el factor “Seguridad de la Participación” en cada fase de la implantación por categoría .....	183
Tabla 10.21. Estadísticos del factor “Seguridad en la Participación” en cada fase .....	184
Tabla 10.22. Categorías para el factor “Apoyo para la Innovación” .....	185
Tabla 10.23. Estadísticos correspondientes a las puntuaciones obtenidas para el factor “Apoyo para la Innovación” en cada fase de la implantación por categoría .....	185
Tabla 10.24. Estadísticos del factor “Apoyo para la Innovación” en cada fase .....	185
Tabla 10.25. Categorías para el factor “Visión de Equipo” .....	186
Tabla 10.26. Estadísticos correspondientes a las puntuaciones obtenidas para el factor “Visión de Equipo” en cada fase de la implantación por categoría .....	187
Tabla 10.27. Estadísticos del factor “Visión de Equipo” en cada fase .....	187
Tabla 10.28. Categorías para el factor “Orientación a la Tarea” .....	188
Tabla 10.29. Estadísticos correspondientes a las puntuaciones obtenidas para el factor “Orientación a la Tarea” en cada fase de la implantación por categoría .....	188
Tabla 10.30. Estadísticos del factor “Orientación a la Tarea” en cada fase .....	188
Tabla 10.31. Test de normalidad para los factores de TCI de los participantes .....	189
Tabla 10.32. Análisis ANOVA y Kruskal-Wallis de los factores de TCI entre los grupos .....	190
Tabla 10.33. Hipótesis a evaluar .....	190
Tabla 10.34. Correlaciones .....	191
Tabla 10.35. Resultados del test t-student entre las fases “pre” y “post” .....	192
Tabla 10.36. Intervalos de Confianza del 95% .....	192
Tabla 10.37. Resumen de las hipótesis a evaluar .....	193

## Part I Introduction

---



# 1. Introduction

## 1.1 Context

At a time when technology advances almost daily, on one hand software development companies are under increasing pressure to improve productivity while maintaining quality and keeping costs to a minimum (Sánchez-Gordón & O'Connor, 2015). On the other hand, countries need the capacity to adopt, adapt and develop relevant software (UNCTAD, 2012). Moreover, although there is not worldwide official statistics, it is known that the vast majority of enterprises are very small or small. According to Eurostat, 98.8% of independent European enterprises have up to 9 employees (microenterprises), and another 6,5% have from 10 to 49 employees (Moll, 2013). Likewise, OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) indicates that microenterprises account for 70 to 90% (Organization for Economic Co-operation and Development, 2005). Moreover, it has been observed that one of the first challenges for small companies is that their primary business objective is to survive (Coleman & O'Connor, 2008b; Kouzari, Gerogiannis, Stamelos, & Kakarontzas, 2015) because their resources are scarce. They can have a low software development process priority (Baddoo & Hall, 2003), since they are focused on the product quality and delivery time rather than in the process quality (Basri & O'Connor, 2010). Nevertheless, these companies develop and/or maintain systems and/or software that is used in larger systems (Ibrahim, Wallmüller, & Daschner, 2016; Laporte, O'Connor, & Fanmuy, 2013). Therefore, it is of particular importance to ensure that this sector can support the public and private sector local needs (UNCTAD, 2012). It is crucial that changes and adaptation processes be triggered only for factors that are really relevant for the company (Sánchez-Gordón & O'Connor, 2015).

In practice, software development is beset with many challenges and constraints (Jeners, Clarke, O'Connor, Buglione, & Lepmets, 2013). The implementation of controls and structures to properly manage their software development activity is necessary and constitutes a major challenge (McCaffery & Coleman, 2009). In fact, there are multiple approaches for organizing the software development process and multiple factors influencing the software development process (Clarke & O'Connor, 2012c). Software is a byproduct of human activities that incorporates our problem solving capabilities, cognitive aspects, and social interaction (Capretz, 2014). People are fundamental in the software process and in its assessment and improvement (Sampaio, Sampaio, & Gray, 2013). Moreover, the software development process has been considered a "socio-technical system", where organizational and human aspects have a key role and have to be supported by technology in a way that is human and organization-driven (Fuggetta & Di Nitto, 2014). Indeed, it can be stated that the software industry is highly dependent on people (Coleman & O'Connor, 2006; Laporte, Alexandre, & O'Connor, 2008). The human factor in software development is the ingredient that ultimately gives a project team its soul (Armour, 2002).

Despite their importance, recent studies point out that very small enterprises still struggle to implement software process (Larrucea, O'Connor, Colomo-Palacios, & Laporte, 2016; McCaffery & Coleman, 2009) and SPI initiatives successfully (Bayona, Calvo-Manzano, & San Feliu, 2012; Sánchez-Gordón, O'Connor, & Colomo-Palacios, 2015; Valtierra, Muñoz, & Mejia, 2013). In addition, most of practitioners usually lack the knowledge and practical experience about it and cannot afford the resources for, or see a net benefit in, establishing software processes as defined by current standards (e.g. ISO/IEC 12207) and maturity models such as the Capability Maturity Model Integration CMMI) (Laporte, Alexandre, et al., 2008). Even though agile development focuses on people and there are well-known agile processes, such as SCRUM or XP, scientific research about human and social aspects still

remains quite scarce (Hoda, Salleh, Grundy, & Tee, 2017). Other recent initiatives, such as ISO/IEC 29110, are also showing similar challenges (Sánchez-Gordón & O'Connor, 2015; Sánchez-Gordón et al., 2015), but industrial experience demonstrate that small enterprise are currently not too far from satisfying those practices (Larrucea, Santamaría, & Colomo-Palacios, 2016).

Taking these drawbacks into account and due to the apparent absence of any established framework for integrating human factors and lifecycle development process in small software companies, this doctoral thesis presents Samay framework for improving ways of work on a daily basis in small software companies. To do so, it is aimed to understand and analyze existing reference frameworks with respect to the human factors in the context of software development process. It also incorporates proper techniques as part of the software process and thus provides a clearly specified approach for dealing with human factors in the context of microenterprises.

## 1.2 Research objectives

The aim of this study is that, in practice, software micro-enterprises do not adopt the "*best practices*" of SPI models. The general objective of this work is to create a holistic framework capable of establishing, developing and incorporating the essential elements in order to prepare microenterprises in the creation and/or strengthening of social behaviour that support the integration of SPI models. Therefore, this framework is oriented towards the establishment of mechanisms that incorporate human factors which have not been addressed or have only been lightly addressed by the SPI models, but they are currently used in the microenterprise environment. The result of this thesis is trying to cover the lack of works that explicitly deal with human factors throughout the development process and can be used as a resource to support the practitioners in a systematic way. In order to achieve this general objective, the following set of sub-objectives is proposed:

**Objective 1.** Identify best practices in the software development process and success factors, especially human factors that facilitate the adoption of SPI models in the microenterprise environment.

**Objective 2.** Devise and design a framework, based on study previously performed, that integrates the process and factors that facilitate the inclusion of SPI models.

**Objective 3.** Develop a framework as an artefact that permits its adoption in the microenterprise environment.

**Objective 4.** Validate the framework by experts in this research field.

**Objective 5.** Implement the proposed framework in a case study.

**Objective 6.** Evaluate the impact and results of the implementation of the proposed framework

### 1.2.1 Research question

The outcomes of this doctoral work are centered on the development of a framework to address the proposed research objectives aforementioned. Consequently, under these premises, it arises the research question about the existence of appropriate framework to support microenterprises in human issues.

### 1.2.2 Hypothesis

Taking into consideration what stated above, the general hypothesis of this investigation is:

If there is a holistic and systematic framework for activating the human factor in software microenterprises, which specifies ways of getting things done while consciously encourage them to enhance their ability to improve, **then** such framework can be adopted by organizations in order to manage social behaviours that is conducive to the integration of SPI models.

The sub-hypotheses are:

**Sub-hypothesis H<sub>1</sub>:** An instance of the framework represents a positive change in the perception that staff have about the communication among team members because it facilitates the performance of their tasks through techniques that influence human factors such as awareness, networking and commitment.

**Sub-hypothesis H<sub>2</sub>:** An instance of the framework represents a positive change in the perception that staff have about the job satisfaction because it promotes human factors such as positive attitude and motivation.

Due to the need to explore the process in practice and the fact that the context or situation is important, it is necessary to impose some limits on the study (see section 8.4).

### 1.3 Research methodology

The overall research process adopted in the present doctorate thesis has been adapted from the approach proposed by (Oates, 2006). As depicted in Figure 1.1, the research process entails five sets of activities that provide a structure for this research work:

1. **Initiation** – concept creation and elaboration involving a review of the related literature and the development of research hypotheses and questions.
2. **Research paradigm** – determine a suitable research paradigm within which the research can be actualized.
3. **Data generation** – identification of a suitable, robust and reliable approach, or suite of approaches, to satisfying the research data requirements.
4. **Data analysis and evaluation** – identification of appropriate and effective research data analysis and evaluation methods.
5. **Examination of research hypotheses and questions** – examine the research hypotheses based on the data analysis and evaluation; provide answers to the research questions.

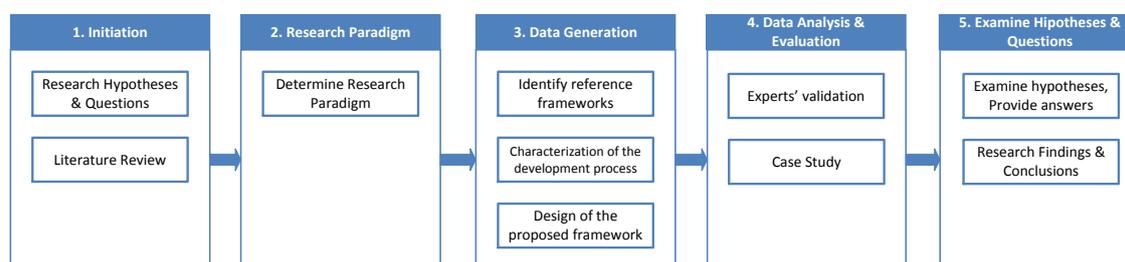


Figure 1.1. Model of research process adapted from Oates (2006)

Throughout this research, the general research process identified in Figure 1.1 was adopted. As a result, the eleven chapters of this thesis (as presented in Figure 1.2) are reflective of the five steps outlined in Figure 1.1. The section 1.5 presents a more detailed breakdown of the structure of this thesis, including the contents of the individual chapters.

## 1.4 Current work and preliminary results

Currently, there exist different approaches and disaggregated techniques in the research community that aim to address the problem mentioned above. However, the human aspects of software engineering do not receive the attention they deserve (Capretz, 2014). The amount of research that focuses on human aspects has been limited compared to research with technology or process focus (Lenberg, Feldt, & Wallgren, 2014). Indeed, human factors are typically constrained to a specific subset (e.g. team composition based on personality types) and hardly applicable in small companies. This is in part due to the constraints facing small companies and their nature. Thus, these approaches are not sufficient to meet consistently the research objectives of this work.

A first version of the framework has been developed, based on an extensive analysis of the state-of-the-art research in the area. Furthermore, the artefacts of the framework have been elaborated and they are available on demand.

In addition, this research provides empirical evidence to support a better understanding of the gap between theory and practice of the software process in small organizations (Sánchez-Gordón & O'Connor, 2015). Microenterprises claim that they are doing their job to achieve a software product that guarantees customer satisfaction through a short, informal and light process. Moreover, they maintain a sincere interest in improving their way of working although software quality standards are not their main concern.

Other preliminary results have already been presented in the following publications:

### Indexed journal

- **Sánchez-Gordón, M.L.**, Amescua, A., O'Connor, R. V. & Larrucea Xabier (2017). **A standard-based framework to integrate software work in small settings**. *Computer Standards & Interfaces*, 54(3), 162–175. (Impact factor 2016: 1.633; COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE ENGINEERING, 40/106, Q2) <https://doi.org/10.1016/j.csi.2016.11.009>
- **Sánchez-Gordón, M.-L.**, & O'Connor, R. V. (2016). **Understanding the gap between software process practices and actual practice in very small companies**. *Software Quality Journal*. (Impact factor 2016: 1.816; COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE ENGINEERING, 35/106, Q2) <http://doi.org/10.1007/s11219-015-9282-6>

### Non indexed journal

- **Sánchez-Gordón, M.L.** (2016). **Getting the Best out of People in Small Software Companies: ISO/IEC 29110 and ISO 10018 Standards**. *International Journal of Information Technologies and Systems Approach*, 10(1), 45–60. <https://doi.org/10.4018/IJITSA.2017010103>
- Moreno Campos, E.J., **Sánchez-Gordón, M.L.**, & Colomo-Palacios, R. (2013). **ISO/IEC 29110: Current overview of the standard**. *Revista Procesos y Métricas*, 10(2), 24-40
- **Sanchez, M.**, & Falcones, C. M. (2012). SPI Manifesto: una visión integradora de tres años de publicaciones. *Revista de Procesos y Métricas (RPM)*, 9(2), 13–29

### Conferences

- **Sánchez-Gordón, M.L.**, Colomo-Palacios, R., Sánchez, A., de Amescua Seco, A., & Larrucea, X. (2017). **Towards the integration of security practices in the software implementation process of ISO/IEC 29110: A mapping**. In *Proceedings 24rd European Conference (EuroSPI 2017)* (pp. 3–14). Ostrava, Czech Republic: Springer-Verlag. [http://doi.org/10.1007/978-3-319-64218-5\\_1](http://doi.org/10.1007/978-3-319-64218-5_1)

- **Sánchez-Gordón, M.-L.**, O'Connor, R. V., Colomo-Palacios, R., & Herranz, E. (2016). **Bridging the Gap Between SPI and SMEs in Educational Settings: A Learning Tool Supporting ISO/IEC 29110**. In *Proceedings 23rd European Conference (EuroSPI 2016)* (pp. 3–14). Graz, Austria: Springer-Verlag. [http://doi.org/10.1007/978-3-319-44817-6\\_1](http://doi.org/10.1007/978-3-319-44817-6_1)
- **Sánchez-Gordón, M.-L.**, Colomo-Palacios, R., & Herranz, E. (2016). **Gamification and Human Factors in Quality Management Systems: Mapping from Octalysis Framework to ISO 10018**. In *Proceedings 23rd European Conference (EuroSPI 2016)* (pp. 234–241). Graz, Austria: Springer-Verlag. [http://doi.org/10.1007/978-3-319-44817-6\\_19](http://doi.org/10.1007/978-3-319-44817-6_19)
- **Sánchez-Gordon, M.-L.**, O'Connor, R. V., Colomo-Palacios, R., & Sánchez-Gordón, S. (2016). **A Learning Tool for the ISO/IEC 29110 Standard: Understanding the Project Management of Basic Profile**. In *Proceedings 16th International Conference on Software Process Improvement and Capability dEtermination (SPICE 2016)* (Vol. 609, pp. 270–283). Dublin, Ireland: Springer-Verlag. [http://doi.org/10.1007/978-3-319-38980-6\\_20](http://doi.org/10.1007/978-3-319-38980-6_20)
- **Sánchez-Gordón, M.L.**, O'Connor, R. V., & Colomo-Palacios, R. (2015). **Evaluating VSEs Viewpoint and Sentiment Towards the ISO/IEC 29110 Standard: A Two Country Grounded Theory Study**. In *Proceedings of 15th International Conference, SPICE 2015, Communications in Computer and Information Science, Volume 526, 2015*, pp. 114-127, Gothenburg, Sweden, June 16-17. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-19860-6\\_10](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-19860-6_10)
- Moreno Campos, E.J., **Sánchez-Gordón, M.L.**, Colomo-Palacios, R., & de Amescua-Seco, A. (2014). **Towards Measuring the Impact of the ISO/IEC 29110 Standard: A Systematic Review**. In *Proceedings of Proceedings of 21th EuroSPI Conference, Communications in Computer and Information Science, Volume 425, 2014*, pp. 162-168, Luxemburg, June 25-27. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-43896-1\\_1](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-43896-1_1)
- **Sánchez-Gordón, M.L.**, Colomo-Palacios, R., & de Amescua-Seco, A. (2013). **A comparative analysis of CMMi for Development 1.3 and SPI Manifesto**. In *Proceedings of 2nd International Conference on Software Process Improvement, Zacatecas, Mexico, October 2-4*.
- **Sánchez-Gordón, M.L.**, Colomo-Palacios, R., & de Amescua-Seco, A. (2013). **Towards measuring the impact of the SPI Manifesto in the scientific literature: a systematic review**. In *Proceedings of Proceedings of 20th EuroSPI Conference, Dundalk, Ireland, June 25-29*.

### Book Chapter

- **Sánchez-Gordón, M.-L.**, Colomo-Palacios, R., Seco, A. de A., & O'Connor, R. V. (2016). **The Route to Software Process Improvement in Small- and Medium-Sized Enterprises**. In M. Kuhrmann, J. Münch, I. Richardson, A. Rausch, & H. Zhang (Eds.), *Managing Software Process Evolution* (pp. 109–136). Springer International Publishing. Retrieved from [http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-31545-4\\_7](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-31545-4_7)

### Book Review

- Colomo-Palacios, R., & **Sánchez-Gordón, M.L.** (2014). **Can we improve the ability to improve?**. *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, 24(3), 517-519. (Impact factor 2014: 0.362; COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE ENGINEERING, 96/104, Q4) <http://dx.doi.org/10.1142/S0218194014800011>

## 1.5 Structure of the thesis

The overall structure of the study takes the form of four parts and twelve chapters as shown in Figure 1.2:

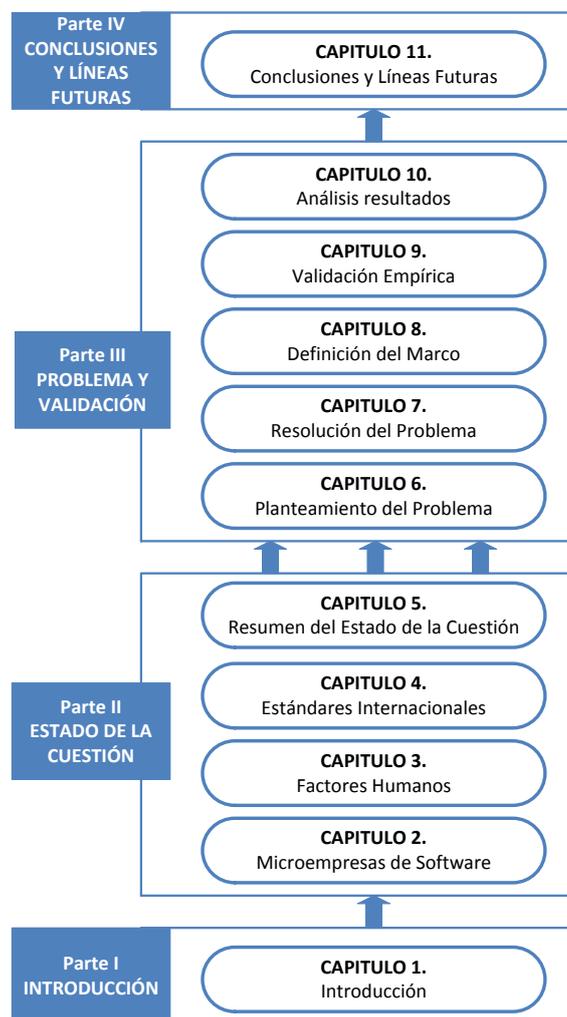


Figure 1.2. Structure of the thesis

The first part includes chapter. *Chapter 1* is the introductory chapter. It is intended to position the context, thesis objectives, and research hypothesis.

The second part consists of four chapters about the state of the art. *Chapter 2* gives a preliminary background about the software microenterprises, definition of the process, models and software process improvement. *Chapter 3* briefly reviews the human factors in software engineering that includes a review of communication, job satisfaction and teamwork climate. *Chapter 4* presents the theoretical introduction of relevant reference frameworks that formalize software development process and human factors: ISO/IEC 29110, OMG Essence, ISO 10018 and ISO/IEC 33014 in particular ImprovAbility model. Lastly, *Chapter 5* summarizes the state of the art.

The third part begins by laying out the definition of the problem and its validation, which are presented in five chapters: *Chapter 6* describes the problem this research work is faced with; a proposal for solution is designed in *Chapter 7* and, the proposal is defined in *Chapter 8*. Finally, the last two chapters are related to practical (empirical) contributions, and the data collection processes undertaken during the course of this research. *Chapter 9* starts with the expert

validation, and it also presents the empirical findings of one industrial case studies. *Chapter 10* presents the data analyses of their results.

The fourth part presents the section of conclusions and future lines of research, where conclusions are based on the results obtained in the case study, and future developments of this research are discussed. Finally, the appendixes complementing this research work are in the last section. They include: a listing of the techniques covered in this research work, acceptance letters from participating company, and the general aspects of the psychological tests used in the validation phase.



## Parte II Estado de la Cuestión

---



En esta parte se presenta los resultados de la indagación sobre la definición del término microempresa y la importancia de este tipo de empresas en la industria de software. Debido a que este trabajo de investigación se enfoca en las microempresas de desarrollo de software, este capítulo aborda una revisión de la literatura sobre los procesos de software y las iniciativas de SPI en pequeñas y medianas empresas (PYME). La parte final está dedicada a describir los factores humanos en el proceso de desarrollo de software y los estándares internacionales más estrechamente relacionados con este trabajo de investigación.

## 2. Microempresas de software

### 2.1 Definición del término microempresa

A nivel general, el término PYME incluye a las microempresas. Este término se refiere a una categoría de empresa que esencialmente no es una organización grande. No existe una definición única, globalmente aceptada de PYMES. Por lo tanto, el término PYME abarca una amplia gama de definiciones y medidas, que varían de un país a otro y entre las fuentes que reportan las estadísticas de las PYME. Algunos de los criterios de uso común son el número de empleados, los activos netos totales, las ventas y el nivel de inversión. Sin embargo, el criterio más comúnmente utilizado para su definición es el número de empleados, y aquí también hay variación en la definición del límite de tamaño superior e inferior de una PYME. A pesar de esta variación, un gran número de fuentes definen que una PYME tiene un rango limitado entre 0 y 250 empleados (Ayyagari, Beck, & Demirgüç-Kunt, 2003).

Por ejemplo, la definición europea de PYME establece que *"la categoría de micro, pequeñas y medianas empresas (PYME) está compuesta por empresas que emplean menos de 250 personas y cuyo volumen de negocios anual no supera los 50 millones de euros, Y/o un balance general anual no superior a 43 millones de euros"* (European Commission, 2005). Existen otras dos clasificaciones dentro de la categoría de PYME: las pequeñas y microempresas. Se considera que una pequeña empresa emplea a *"menos de 50 personas y cuyo volumen de negocios anual no supera los 10 millones de euros"*, mientras que una microempresa está empleando *"menos de 10 personas y su volumen de negocios anual no excede de 2 millones de euros"*. Acorde a la Resolución 1260 emitida por la Secretaría de la Comunidad Andina *"la PYME está compuesta por cuatro estratos: i) empresas que emplean menos de 10 personas y cuyo valor bruto de ventas anual no supera los 100.000 dólares ii) empresas que emplean menos de 50 personas y cuyo valor bruto de ventas anual no supera un millón de dólares, iii) empresas que emplean menos de 100 personas y cuyo valor bruto de ventas anual no supera 2 millones de dólares y iv) empresas que emplean menos de 200 personas y cuyo valor bruto de ventas anual no supera 5 millones de dólares"*

En particular en la industria de software aunque existe una clasificación internacional de software y servicios informáticos, existe poca información oficial disponible a nivel internacional fuera de Europa y América del Norte. En Europa, Eurostat utiliza la Clasificación Industrial General de Actividades Económicas dentro de las Comunidades Europeas (NACE Rev.2) que identifica como subcategoría el software informático y los servicios informáticos conexos (*división 62: programación informática, consultoría y actividades conexas, y división 63: actividades de servicios de información*). En 2010, según Eurostat (Eurostat, 2016), el 99,8% de las empresas de este sector eran de tamaño medio (<250 empleados). Las pequeñas empresas (<50 empleados) representaban al menos el 98,8% y las micro (<10 empleados) eran el 94%. En este sector, las microempresas empleaban a más del 30,74% del total de trabajadores y representaban el 24% del volumen de negocios. Según otras fuentes (Laporte,

Alexandre, et al., 2008), situaciones similares se producen en muchos otros países, particularmente se indican Brasil y Canadá.

Del mismo modo la definición de empresas "pequeñas" y "muy pequeñas" es difícil de llevar a cabo, constituye por ello un estímulo y un desafío dado que es ambigua, y no existe una definición comúnmente aceptada de los términos. Por ejemplo, Laryd y Orci (2000) han propuesto una clasificación de organizaciones muy pequeñas organizaciones (VSE por sus siglas en inglés *Very Small Entities*). En esta clasificación se consideran 3 tamaños diferentes para VSEs: el extra extra pequeña (XXS), que son empresas con menos de 3 empleados, la extra pequeña (XS), que son empresas que cuentan con 3 a 16 empleados, y pequeñas (S), que son empresas que tienen entre 16 y 50 empleados. (Laporte et al., 2013) utilizaron un trabajo del "Center for Software Process Technologies" (McFall, Wilkie, McCaffery, Lester, & Sterritt, 2003) para definir el tamaño de las muy pequeñas organizaciones como "una entidad que incluye pequeños departamentos de desarrollo de software y/o pequeños proyectos dentro de grandes organizaciones, que emplea a menos de 25 personas". Debido al crucial papel que desempeñan las VSEs en la industria del software, esta última definición ha sido aceptada por la Organización Internacional de Normalización (ISO) (ISO, 2011b).

Además del número de empleados, (McFall et al., 2003) señalaron que las prioridades y preocupaciones de las organizaciones con menos de 20 empleados son diferentes de aquellas que se encuentran en las grandes organizaciones. No todas las compañías de software son iguales y varían según diferentes factores tales como tamaño, sector de mercado, tiempo en negocio, estilo de la gerencia, gama de producto, y localización geográfica (O'Connor & Laporte, 2014). Richardson y von Wangenheim (2007) señalaron que estas empresas suelen requerir enfoques diferentes por los modelos y metas de negocio específicos, disponibilidad de recursos (financieros y humanos), capacidad de proceso y gestión, diferencias organizacionales, entre otras cosas. (Clarke & O'Connor, 2012c) apuntaron lo anterior como el contexto situacional, el cual incluye 8 factores de clasificación: personal, requisitos, aplicación, tecnología, organización, operación, gestión y negocios.

Aunque el sector de las PYME de software ha sido examinado por investigaciones previas en términos del número y la proporción de organizaciones individuales que califican como PYME, dada la gran variedad de entornos de desarrollo de software (por ejemplo: la naturaleza de la aplicación que se está desarrollando, el tamaño del equipo, la volatilidad de los requisitos), la implementación de un conjunto de prácticas para el desarrollo de software puede ser muy diferente una configuración de otra (Jeners et al., 2013). Un ejemplo específico es el fenómeno *startup*, no existe una definición única en la literatura sobre lo que constituye este tipo de empresa (Paternoster, Giardino, Unterkalmsteiner, Gorschek, & Abrahamsson, 2014). Sin embargo, dos características clave y que mejor las diferencian de las empresas más establecidas de las *startups* son: la alta incertidumbre y la rápida evolución (Giardino, Unterkalmsteiner, Paternoster, Gorschek, & Abrahamsson, 2014).

## 2.2 Importancia de las microempresas

Debido a la contribución de valiosos productos y servicios por parte de las VSEs, entre las cuales se encuentran las microempresas, la industria del software reconoce su valía (ISO, 2011a; Laporte, April, & Renault, 2006). De hecho, ciertas VSEs proporcionan componentes de software que se están ensamblando en grandes empresas de software con el fin de generar configuraciones de software críticas e intensivas (Moreno Campos, Sánchez-Gordón, & Colomo-Palacios, 2013). Por otro lado, el informe de perspectivas de emprendimiento y PYME (2005) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD por sus siglas en inglés *Organization for Economic Cooperation and Development*) referenciado por (ISO, 2011b) indica que "las PYME constituyen la forma dominante de organización

*empresarial en todos los países del mundo, representando más del 95% y hasta el 99% de la población empresarial dependiendo del país*". De ahí que la industria del software no sea una excepción tal como se indicó en la sección anterior. Por lo tanto la gran mayoría de empresas de software cuentan con menos de 10 empleados, es decir son microempresas. Además, se ha observado que uno de los primeros desafíos para este tipo de empresas es que su objetivo principal de negocios es sobrevivir (Coleman & O'Connor, 2008b; Kouzari et al., 2015), porque sus recursos son escasos. Además se ha notado que pueden tener una prioridad baja para el proceso de desarrollo de software (Baddoo & Hall, 2003), dado que intentan enfocarse en la calidad del producto y el tiempo de entrega en lugar de en la calidad del proceso (Basri & O'Connor, 2010). No obstante, este tipo de empresas desarrollan y/o mantienen sistemas y/o software que se utiliza en sistemas más grandes (Ibrahim et al., 2016; Laporte et al., 2013), he incluso se puede decir que no solo en sistemas más grandes sino también en empresas más grandes de distintos sectores.

Además, la tecnología avanza a un ritmo acelerado y las empresas de desarrollo de software se encuentran bajo una creciente presión para mejorar la productividad, manteniendo la calidad y manteniendo los costes al mínimo (Sánchez-Gordón & O'Connor, 2015). Por otro lado, los países necesitan contar la capacidad para adoptar, adaptar y desarrollar software relevante (UNCTAD, 2012). En consecuencia, es de especial importancia garantizar que este sector pueda apoyar las necesidades locales de los sectores público y privado (UNCTAD, 2012). Considerando lo anterior, es crucial que los cambios y los procesos de adaptación se activen sólo para los factores que son realmente relevantes para la empresa (Moll, 2013).

### **2.3 Proceso de software en las microempresas**

Los proyectos son la piedra angular de las microempresas de software. Las microempresas deben completar varios proyectos para lograr sus metas financieras y continuar operando. Los propietarios y gerentes de este tipo de empresas sólo tienen una oportunidad para ejecutar un proyecto con éxito. Por lo tanto, el proceso debe ser cuidadosamente pensado y planificado. En el estudio sobre el fracaso de los proyectos de software de (Charette, 2005) se señala que los desarrolladores de software invierten entre el 40 y el 50 por ciento de su tiempo en rehacer trabajo en lugar de realizar trabajo de valor añadido, lo cual significa realizar un trabajo bien hecho a la primera vez. El proceso de software implica todas las etapas y actividades que son seguidas por una organización para desarrollar un producto de software (Zahran, 1998). Sommerville (2010) establece que se debe actualizar, mejorar y mantener un proceso de desarrollo para satisfacer las necesidades actuales de los negocios y los clientes. Por lo tanto, un modelo de proceso de software es una descripción abstracta de un proceso de desarrollo de software (Pressman, 2009; Sommerville, 2010) y es prescriptiva (Sommerville, 2010) dado que indica cómo el software debe ser desarrollado. Existen varios enfoques para organizar el proceso de desarrollo de software y múltiples factores que influyen en el proceso de desarrollo de software (Ryan & O'Connor, 2013). En particular los métodos ágiles reconocen la importancia de la interacción humana en el proceso de software (Clarke & O'Connor, 2012c; Ryan & O'Connor, 2009). Según Pressman (2009), hay tres grandes categorías generales de modelos de proceso de software: cascada, incremental y evolutiva. Además, existen modelos de procesos especializados, como los basados en componentes y los dirigidos por pruebas. No obstante, Boehm y Turner (2003) destacaron que hay dos categorías principales de procesos de software: ágil y orientado por un plan, los cuales han sido considerados tradicionalmente opuestos.

Debido al creciente interés en los métodos ágiles, cabe mencionar que se basan en el desarrollo iterativo e incremental con ciclos de desarrollo cortos (Boehm & Turner, 2003). La prioridad más importante de los métodos ágiles es mantener al cliente satisfecho con la entrega temprana y continua de la funcionalidad del software. Aunque los métodos ágiles de desarrollo

de software han captado la atención de ingenieros de software e investigadores en todo el mundo, la investigación científica sigue siendo bastante escasa (Abrahamsson, Oza, & Siponen, 2010). Por otro lado, el mundo del desarrollo de software tradicional, caracterizado por los defensores de la ingeniería y la mejora de procesos, incluye métodos planificados que se centran en la calidad de los artefactos de software y la previsibilidad de los procesos (Boehm & Turner, 2003). Es importante notar que administrar el desarrollo de software se logra generalmente a través de la introducción de un proceso de gestión de proyectos de software. Sin embargo, la implementación de controles de administración de proyectos de software en empresas de software muy pequeñas es un desafío importante (Sánchez-Gordón et al., 2015).

En la práctica, el desarrollo de software está sometido a muchos desafíos y restricciones (Jeners et al., 2013). La implementación de controles y estructuras para gestionar adecuadamente su actividad de desarrollo de software es necesaria y constituye un reto importante (McCaffery & Coleman, 2009). Aunque hay múltiples y diferentes enfoques para organizar el proceso de desarrollo de software y múltiples factores que influyen en el proceso de desarrollo de software (Clarke & O'Connor, 2012c), las PYME como ya se ha mencionado pueden tener una baja prioridad para el proceso de desarrollo de software lo cual significa que el trabajo relacionado con actividades de procesos es menos reconocido que el relacionado con los proyectos de software (Baddoo & Hall, 2003). La actividad de este tipo de empresas habitualmente se centra en la calidad del producto y el tiempo de entrega en lugar de la calidad del proceso (Basri & O'Connor, 2010). De hecho, estudios recientes muestran que las empresas muy pequeñas todavía luchan para implementar el proceso de software (Larucea, O'Connor, et al., 2016; McCaffery & Coleman, 2009) e iniciativas SPI con éxito (Bayona et al., 2012; Sánchez-Gordón et al., 2015; Valtierra et al., 2013). Las PYMES de software sostienen que adoptan una filosofía de "*mix-and-match*" para su proceso de desarrollo de software, mezclando aspectos de diferentes enfoques de desarrollo de software para satisfacer sus necesidades dentro de sus limitaciones (Clarke & O'Connor, 2013). En otras palabras, estas empresas no utilizan un modelo de proceso de software en forma de "*libro de texto*" (Coleman & O'Connor, 2008a; Von Wangenheim, Anacleto, & Salviano, 2006), prefiriendo en su lugar eliminar elementos del modelo elegido o desarrollar algo propio más adecuado a sus necesidades específicas. Del mismo modo, las prácticas de trabajo de ingeniería de software son elegidas oportunamente, adaptadas y configuradas para proporcionar valor bajo las restricciones impuestas por su contexto (Paternoster et al., 2014).

Además, existe evidencia de que la mayoría de las pequeñas organizaciones de software, especialmente las más pequeñas, no están adoptando las mejores prácticas de los estándares internacionales existentes, debido a que las perciben como orientadas hacia grandes organizaciones y los estudios han demostrado que las percepciones negativas de las pequeñas empresas acerca de los estándares de los modelos de procesos están fundamentalmente orientadas por opiniones negativas sobre costos, documentación y burocracia (Laporte, Alexandre, et al., 2008). En general, las pequeñas empresas necesitan asistencia externa para adoptar y aplicar estándares (Laporte, Renault, & Alexandre, 2008). Además, conforme a los estudios y encuestas realizadas es evidente que la mayoría de los estándares internacionales no abordan las necesidades de las VSE (ISO, 2011b). La conformidad con estos estándares es difícil, si no imposible. En consecuencia, las VSEs no tienen, o tienen muy limitadas formas de ser reconocidas como organizaciones que producen software de calidad en su dominio. Por lo tanto, las VSEs suelen quedar fuera de algunas actividades económicas. De hecho, se ha descubierto que las VSEs tienen dificultades para relacionar las normas Internacionales con las necesidades de sus negocios y para justificar la aplicación de tales normas en sus prácticas de trabajo. La mayoría de las VSEs no pueden permitirse los recursos tales como el número de empleados, presupuesto y tiempo, ni ven un beneficio neto en el establecimiento de procesos en el ciclo de vida del software. En este contexto en 2010, la ISO publicó el estándar ISO/IEC 29110, que se ocupa específicamente de las necesidades de ciclo de vida del software de las

VSEs, sin embargo aún está en desarrollo. Su adopción ha sido a veces fácil y otras difícil, pero todavía es incipiente (Moreno Campos et al., 2013) y su impacto en la literatura es también creciente pero inicial (Moreno-Campos, Sánchez-Gordón, Colomo-Palacios, & de Amescua Seco, 2014). Es decir, es un estándar emergente y aún hay trabajo por hacer. Otra iniciativa que no debe ser ignorada en este ámbito porque intenta refundar la teoría y práctica de la Ingeniería de Software es el estándar Essence (OMG, 2015). Este estándar no solo proporciona un lenguaje y modelo conceptual del dominio de desarrollo de software sino que también facilita su comprensión y permite a los equipos construir sus propios métodos a partir de una biblioteca de prácticas comunes prestando especial atención a los puntos principales del proceso de desarrollo de software. Cabe notar que al igual que el estándar ISO/IEC 29110, Essence está generando un creciente interés. La descripción de ambos se realiza en las secciones 4.1 y 4.2 de estándares internacionales.

Por otro lado, se han generado conjuntos de prácticas que intentan mejorar diferentes aspectos del ciclo de vida de desarrollo de software. En el año 2009, la brecha originada entre los equipos de desarrollo y operaciones por problemas tales como pobre comunicación y ambientes de prueba inaceptables dio origen al término DevOps<sup>1</sup> (acrónimo del inglés development and operations). *DevOps es un conjunto de prácticas que destinadas a reducir el tiempo entre el compromiso de un cambio en un sistema y que el cambio sea puesto en producción, mientras garantiza alta calidad* (Bass, Weber, & Zhu, 2015). Según Zhu, Bass y Champlin-Scharff (2016) DevOps afecta a los desarrolladores porque deben verificar la procedencia de un sistema al inicializarse, considerar el despliegue continuo, realizar la gestión de los parámetros de configuración a través de los diferentes ambientes hasta llegar a producción, y monitorear los sistemas después de su implementación tomando en cuenta que los cambios pueden revertirse. En la práctica la introducción de DevOps aún se requiere mucha reflexión, adaptación y aprendizaje para mejorar en este tipo de entorno (Elberzhager, Arif, Naab, Süß, & Koban, 2017). Además, se debe considerar algunos conceptos y herramientas, así como también cambios de procesos para desarrollo, operaciones y aseguramiento de la calidad, e incluso cambios en el producto en sí mismo, especialmente en su arquitectura. Aunque DevOps puede ser aplicado a sistemas de software monolíticos, microservicios hacen posible su efectiva implementación promoviendo la importancia de equipos pequeños (Bass et al., 2015). Un claro ejemplo de esto es la adopción de DevOps en la migración a una arquitectura de microservicios como presenta la experiencia práctica de (Balalaie, Heydarnoori, & Jamshidi, 2016). No obstante, la revisión de la literatura realizada por Erich, Amrit y Daneva (2014) revela que el estado del arte y de la práctica de DevOps aún es bajo.

Cabe mencionar que una arquitectura de microservicios es un enfoque para desarrollar una aplicación de software como un paquete de pequeños servicios, cada uno se puede desplegar independientemente en una plataforma potencialmente diferente y estar escrito en un lenguaje de programación diferente, ejecutarse en su propio proceso de forma autónoma y comunicarse entre sí a través de mecanismos ligeros como por ejemplo, peticiones HTTP a sus API (Fowler & Lewis, 2014). Existe un número mínimo de servicios que gestionan cosas comunes para los demás (como el acceso a base de datos), pero cada microservicio es pequeño y corresponde a un área de negocio de la aplicación. Los microservicios introducen complejidad que debe ser gestionada, para ello se requiere un gran esfuerzo en despliegues automáticos, monitorización, gestión de fallos, consistencia de datos, estrategia de pruebas y otros factores que introducen los sistemas distribuidos.

Finalmente, la existencia de un proceso de software no garantiza que el software será entregado a tiempo, que cumplirá con las necesidades del cliente o que integrará las características técnicas que conducirán a largo plazo a características de calidad (Pressman, 2009). No obstante, el proceso en sí puede ser evaluado para asegurar que cumple con un

---

<sup>1</sup> <https://www.devopsdays.org/about/>

conjunto de criterios de proceso básicos que han demostrado ser esenciales para una práctica exitosa de ingeniería de software. De ahí que en los últimos años han surgido diferentes enfoques para la evaluación y mejora de procesos de software para el contexto de la PYME.

## 2.4 Mejora del proceso de software en las microempresas

Mientras que en otras industrias han acordado conjuntos de mejores prácticas, hasta la fecha, en la industria del software no existen prácticas universalmente aceptadas. Según el estándar ISO/IEC 33014 que provee una guía para la mejora de procesos, las necesidades y objetivos de negocio de una organización determinan las metas de mejora de procesos que ayudan a identificar las acciones de mejora y sus prioridades. La mejora de procesos se lleva a cabo en una serie de pasos o acciones de mejora específicas, tales como la introducción de prácticas nuevas o modificadas, o la eliminación de prácticas antiguas de procesos de desarrollo de productos. La mejora de procesos también afecta a las estrategias, requisitos de competencias, procesos y a veces la relación con los clientes (ISO, 2013).

La baja adopción de las mejores prácticas, como se indica en varias encuestas previas (Cater-Steel, 2000; Coleman & O'Connor, 2008a; Laporte, Renault, et al., 2008; McFall et al., 2003; O'Connor & Coleman, 2007), sugiere que la mejora de los procesos debe ser una alta prioridad para muchas PYME de software. Estos estudios además han establecido que muchas PYME están interesadas en mejorar sus procesos de software. Sin embargo, debido a la limitación de su tamaño y recursos, las pequeñas empresas de software encuentran a la mejora de procesos de software un gran desafío (Mc Caffery, Taylor, & Coleman, 2007). Por otro lado, la revisión sistemática realizada por (Valtierra et al., 2013) presenta una lista de los procesos mejorados con mayor frecuencia: planificación de proyectos, gestión de requisitos, proceso de gestión de configuración y gestión de riesgos. No obstante, algunas organizaciones se enfocan en procesos tales como desarrollo de requisitos, verificación, monitoreo y control de proyectos, y aseguramiento de calidad de procesos y productos. Además de los antes mencionados, Pino, García y Piattini (2008) en su revisión sistemática incluyeron el proceso de documentación.

Cabe notar que existe una amplia variedad de enfoques de SPI. Los estándares ISO 9000 e ISO 15504<sup>2</sup>, el Modelo de madurez de capacidad (CMM) y el Modelo de madurez de capacidad (CMMI) del Instituto de ingeniería de software (SEI) son los más destacados por su aceptación entre las grandes organizaciones. Sin embargo, no están siendo ampliamente adoptadas, por lo tanto su influencia en la industria del software permanece más en un nivel teórico que en un nivel práctico (Coleman & O'Connor, 2008a). Schweigert, Nevalainen, Vohwinkel, Korsaa y Biro (2012) tampoco encontraron un modelo de madurez ágil comúnmente aceptado. Incluso, a pesar de las significativas inversiones en SPI que grandes organizaciones han hecho aún se enfrentan a problemas en su aplicación (Niazi, 2006, 2012).

Las PYMES han adaptado y utilizado estos modelos para iniciar sus esfuerzos de mejora pero en muchos casos, al igual que en las grandes empresas, tales esfuerzos no han conducido a las mejoras esperadas y las tasas de fracaso son altas. A pesar de su importancia, en general se ha observado que la implementación exitosa de estos modelos no es posible en el contexto de las PYME (ISO, 2011b), ya que no son capaces de hacer frente a los requisitos y soportar los costes asociados a la implementación de este tipo de iniciativas SPI (Kautz, 1998; Von Wangenheim, Weber, Hauck, & Trentin, 2006). Por otra parte, hay diferencias significativas en los recursos que tienen disponibles y su conocimiento de los temas de calidad (Habra, Alexandre, Desharnais, Laporte, & Renault, 2008). Es decir, la mayoría de PYMES, en

---

<sup>2</sup> Durante el año 2008 se propuso la revisión del estándar **ISO/IEC 15504** de cara a reestructurarla y obtener un marco de trabajo coherente para un estándar de evaluación de procesos software (ISO/IEC JTC1/SC7 N4991, 2011). La ISO/IEC 15504 pasó de ser un estándar dividido en diez partes a un conjunto de estándares relacionados. ISO ha reservado para este nuevo conjunto de estándares el rango de numeración 33001 a 33099, lo que originó la serie **ISO/IEC 33000**.

particular las microempresas, por lo general carecen de los conocimientos y la experiencia práctica al respecto y no pueden permitirse los recursos ni visualizan un beneficio neto en el establecimiento de procesos de software definidos por estándares internacionales actuales (por ejemplo, ISO/IEC 12207) y modelos de madurez como el Capability Maturity Model Integración CMMI) (Laporte, Alexandre, et al., 2008). De hecho, (Kautz, 1998; Mishra & Mishra, 2009b) identificaron que CMM, ISO/IEC 90003:2004, TickIT, Bootstrap y el modelo IDEAL no se consideraron necesarios o apropiados en el contexto de las PYMES. No obstante, (García, Pacheco, & Calvo, 2014) señalan que el número de las PYMES que usan CMMI está aumentando año tras año, pero no proporcionan evidencia que lo apoye. Iniciativas más recientes, como la ISO/IEC 29110, muestran retos similares (Sánchez-Gordón & O'Connor, 2015; Sánchez-Gordón et al., 2015), pero la experiencia industrial demuestra que las pequeñas empresas no están muy lejos de satisfacer esas prácticas (Larrucea, Santamaría, & Colomo-Palacios, 2016).

Es así que la comunidad de Ingeniería de Software ha demostrado un interés cada vez mayor en abordar SPI en las PYMES (Pino et al., 2008), pero sigue siendo un problema apenas estudiado en a nivel global (Kuhrmann, Konopka, Nellemann, Diebold, & Münch, 2015). Las iniciativas SPI internacionales relevantes son ESSI (European Systems and Software) impulsado por la Unión Europea, que ha promovido el proyecto SPIRE (Mejora del Proceso de Software en Regiones de Europa), el modelo MoProSoft en México, el proyecto MPS.Br en Brasil, SW en Colombia, modelo COMPETISOFT en Latinoamérica e ITMark, entre otros. Además, se han desarrollado nuevos métodos de evaluación adaptados al contexto de las PYME, como la adaptación del modelo IDEAL (Pino et al., 2008). RAPID (Evaluación Rápida para el Mejoramiento de Procesos para el Desarrollo de Software), SPINI, Y MARES (Método de Evaluación de Software de Procesos). Con respecto a CMM, MESOPYME presenta objetivos similares a los del modelo IDEAL, y para CMMI, EPA es un ejemplo de un método que cumple con ARC de clase C, al igual que su expansión ADEPT. Por último, el enfoque presentado en (Taylor et al., 2006) y el marco de trabajo ágil para pequeños proyectos (AFSP) (Lee & Yong, 2013) se derivan del Boehm and Turner's Agility/Discipline assessment. Sin embargo, ninguno de ellos ha sido ampliamente aceptado o implementado, lo cual ha motivado a la academia y a la industria del software para trabajar juntos y estudiar los componentes necesarios para mejorar la calidad de sus productos y servicios, así como el desempeño del proceso. Se evidencia que los investigadores están centrando su atención en la adaptación y el uso de enfoques SPI y cómo orientar y priorizar los esfuerzos SPI en las PYMES, como ejemplos se tiene paquetes de despliegue para implementar la ISO/IEC 29110 (Laporte & Houde, 2015; Laporte, O'Connor, & García Paucar, 2015), un framework para proveer una guía para iniciar un mejoramiento (Muñoz & Mejia, 2015), un modelo para la gestión y mejoramiento de procesos de software basado en artefactos (Kuhrmann & Beecham, 2014; Kuhrmann & Méndez Fernández, 2015), la aplicación del modelado de procesos de software para mejorar los procesos de atención al cliente (Raninen, Merikoski, Ahonen, & Beecham, 2015), un framework para ayudar a las PYMES a mejorar su proceso de ingeniería de requerimientos con el fin de mejorar la calidad del software (Kabaale & Kituyi, 2015). En este ámbito por su naturaleza cabe mencionar el modelo Improvability (Pries-Heje & Johansen, 2013).

Aunque, los investigadores están centrando su atención en la adaptación y la utilización de los enfoques SPI y la forma de guiar y priorizar los esfuerzos SPI en las PYMES (Pino et al., 2008), frecuentemente consideran a las pequeñas organizaciones junto con las empresas de tamaño mediano, sin distinguir sus características específicas (Richardson & von Wangenheim, 2007). En consecuencia, esto puede afectar el enfoque de las investigaciones y sus resultados. Además, el estándar ISO/IEC 33014 proporciona una guía informativa sobre el uso de la evaluación de procesos dentro de un marco y método completo para realizar la mejora de procesos como parte de una actividad de mejora continua. Este estándar también provee orientación sobre cómo fortalecer y mantener las habilidades para asegurar el éxito con la

mejora continua del proceso –ImprovAbility. El modelo ImprovAbility aborda tanto la perspectiva organizativa como la perspectiva del proyecto, siendo esta última la que mejor se ajusta al perfil básico del estándar ISO/IEC 29110. La descripción del modelo ImprovAbility del estándar ISO/IEC 33014 se realiza en la sección 4.4 de estándares internacionales.

En resumen, teniendo en cuenta los estudios y esfuerzos en el área de SPI para las pequeñas organizaciones (Kroeger, Davidson, & Cook, 2014; Clarke & O'Connor, 2013; Sulayman, Urquhart, Mendes, & Seidel, 2012; Laporte, Renault, et al., 2008; Basri & O'Connor, 2010; Schoeffel & Benitti, 2012), es evidente que es necesario encontrar mecanismos que les permitan incorporar la mejora del proceso en su trabajo cotidiano, teniendo en cuenta su modelo de negocio, factores situacionales, recursos limitados y limitaciones de costos y tiempo específicas para su entorno. Es decir, las iniciativas de SPI en las PYME, en especial las orientadas a microempresas, deben implementarse utilizando otro enfoque para atender sus necesidades particulares.

### 3. Factores Humanos en el desarrollo de software

El software es un subproducto de las actividades humanas que incorpora nuestras capacidades de solución de problemas, aspectos cognitivos y la interacción social (Capretz, 2014). Las personas son fundamentales en el proceso de software, y en su evaluación y mejora (Sampaio et al., 2013). Además, el desarrollo de software es considerado un "esfuerzo socio-técnico" (Waychal & Capretz, 2017), donde los aspectos organizacionales y humanos tienen un papel clave que debe ser apoyado por la tecnología de una forma orientada a la organización y al ser humano (Fuggetta & Di Nitto, 2014). De hecho, se puede afirmar que la industria del software es altamente dependiente de las personas (Laporte, Alexandre, et al., 2008; Casado-Lumbreras, Colomo-Palacios, Gomez-Berbis, & Garcia-Crespo, 2009; Herranz, Colomo-Palacios, de Amescua Seco, & Sánchez-Gordón, 2016; Prikładnicki, Lassenius, Tian, & Carver, 2016; Yilmaz, O'Connor, Colomo-Palacios, & Clarke, 2017; Graziotin, Fagerholm, Wang, & Abrahamsson, 2017). El factor humano en el desarrollo de software es el ingrediente que en última instancia da al equipo de proyecto su alma (Armour, 2002). Como resultado, los aspectos técnicos no son suficientes para asegurar el éxito de una actividad humana debido a que los factores humanos afectan al proceso de software y las iniciativas de mejora de procesos de software (SPI).

El estudio de Ahmed, Capretz, Bouktif y Campbell (2013) acerca de factores humanos y desarrollo de software revela que la industria de software está prestando atención a habilidades sociales/suaves "soft skills" cuando contrata. Los autores después de la recolección de anuncios de trabajo identificaron las siguientes siete habilidades: comunicación, habilidades interpersonales, habilidades analíticas y de resolución de problemas, trabajar bien como un miembro de equipo, habilidades organizativas, capacidad para trabajar de forma independiente, y abierta y adaptable a los cambios. Según Fagerholm et al. (2015) mejorar las experiencias de desempeño en equipos de desarrollo de software requiere la integración de factores humanos, tales como la comunicación, el espíritu de equipo, la identidad del equipo y los valores, en el proceso de desarrollo global. Por lo tanto, los hallazgos de (Fagerholm et al., 2015) sugieren una visión del desarrollo de software y del desempeño del equipo de software que se centra en las ciencias sociales y del comportamiento. Es decir, se propone diseñar el trabajo de desarrollo de software ante todo desde un punto de vista humano. Esto también es apoyado por los resultados de la revisión sistemática de la literatura realizada por (Lenberg, Feldt, & Wallgren, 2015). En este estudio, los autores definen el término "Behavioral software engineering" (BSE) como el estudio de los aspectos cognitivos, de comportamiento (conductuales) y sociales de la ingeniería de software realizados por individuos, grupos u organizaciones. Basada en esta definición la revisión de la literatura reveló 55 conceptos relacionados con la psicología organizacional y social. Entre los estudios, por su número de publicaciones destacan aquellos enfocados en los siguientes tres conceptos: comunicación (39), personalidad (31) y satisfacción laboral (24). De ahí que existe un creciente interés en esta área de investigación, sin embargo cabe notar que estos aspectos deben ser más ampliamente reconocidos y considerados. La Figura 3.1 ilustra las dos variables objeto de estudio de esta tesis doctoral, comunicación y satisfacción laboral.

Asimismo, la investigación secundaria basada en la revisión de la literatura de estudios empíricos realizada por (Purna Sudhakar, Farooq, & Patnaik, 2011) señala que muchos investigadores consideraron que la confianza mutua y la efectividad de la comunicación son los factores prioritarios que afectan el desempeño del equipo de desarrollo de software. Adicionalmente, Varona (2005) afirma que estudios previos en el ámbito organizacional han demostrado que existe una relación positiva entre satisfacción con la comunicación y satisfacción con el trabajo y la productividad. Además, (Acuña, Gómez, & Juristo, 2008; Gómez

& Acuña, 2013) han analizado cómo el clima de equipo influye en la eficacia del equipo de desarrollo de software, la calidad del producto y la satisfacción de los miembros del equipo. De ahí que en la presente investigación, además de la comunicación y satisfacción laboral se considere el clima de equipo.

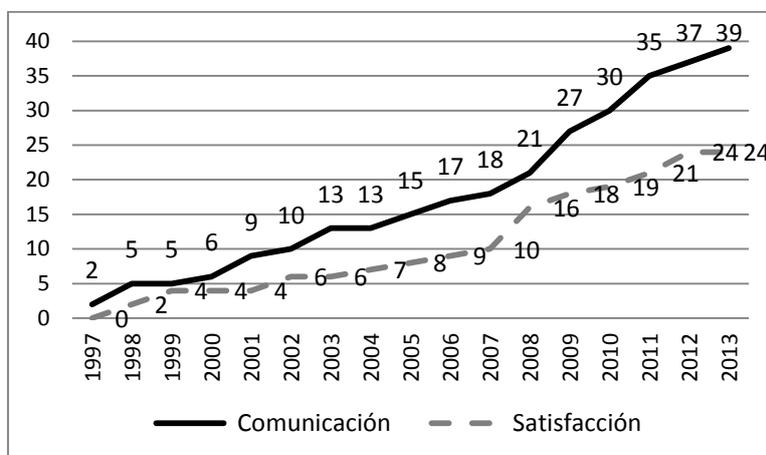


Figura 3.1. Resumen de estudios de revisión de la literatura (Lenberg et al., 2015)

### 3.1 Comunicación

En general, la mayoría de las organizaciones tienden a suponer que su personal sabe comunicarse y que, por lo tanto, la comunicación no es un aspecto de la vida organizacional que merezca una atención especial (Varona Madrid, 2005). En consecuencia, escasos recursos son asignados y muy pocas organizaciones han podido valorar el impacto que la comunicación tiene en la satisfacción laboral, el compromiso organizacional, y en la eficiencia y productividad de la misma (Downs & Adrian, 2012; Varona Madrid, 2005). No obstante, la comunicación es el sistema nervioso de una organización que hace posible que se cree un ambiente donde los individuos se sienten valorados como personas. Sin comunicación no es posible su funcionamiento (Varona Madrid, 2005), porque hace posible que las personas se organicen, definan sus objetivos, ejecuten sus tareas, compartan sus ideas, tomen decisiones, resuelvan problemas, generen cambios, y generen y reciban “*feedback*”. Es decir, la comunicación provee un marco para que las cosas se hagan, por lo que no debería ser sólo una preocupación secundaria (Downs & Adrian, 2012). En particular los desarrolladores de software dedican un tiempo considerable a la comunicación (Cockburn, 2006; Ko, DeLine, & Venolia, 2007) Según el estudio de (Ahmed et al., 2013) la industria del software valora altamente las habilidades de comunicación en los roles examinados (analista, diseñador, programador y probador/*tester*), lo cual revela que la capacidad de comunicarse eficazmente tiene una gran demanda en el mercado laboral. Las habilidades de comunicación han sido consideradas un conjunto crucial de habilidades para realizar no sólo el trabajo diario sino también una herramienta significativamente importante cuando se deben establecer relaciones con los clientes. Además, la comunicación ha sido reconocida como un factor crucial para el éxito de un proyecto de software y la entrega del software requerido dentro del presupuesto y tiempo (Bjarnason, Smolander, Engström, & Runeson, 2014; Mishra, Mishra, & Ostrovska, 2012). En consecuencia la comunicación es un factor crucial para el éxito del trabajo de los desarrolladores de software, y por tanto depende de ella y la utilizan como una herramienta.

La comunicación es esencial para transferir información crítica del proyecto (Nelson, Armstrong, Buche, & Ghods, 2000), por ejemplo información relacionada con las necesidades de los clientes, a menudo se pierden o se ve distorsionada cuando hay lagunas en la comunicación (Bjarnason et al., 2014). Mientras más comunicación existe más claramente se puede ver que exactamente necesita ser realizado y más confianza se tiene sobre que

realmente no necesita ser hecho (Mishra & Mishra, 2009a). De hecho, la comunicación parece ser un componente esencial de toda la coordinación y colaboración de las prácticas y procesos de desarrollo de software (Mishra et al., 2012). El trabajo colaborativo diario entre los desarrolladores y la gente del negocio requiere una comunicación verbal efectiva entre el cliente y los desarrolladores (Mishra & Mishra, 2009a). Evidentemente, la comunicación ineficaz entre las partes interesadas del proyecto (stakeholders) es frecuentemente un punto de fallo en el proyecto (por ejemplo, afectando las expectativas del proyecto, requisitos, estimaciones, calendarios, etc.) (DeFranco & Laplante, 2017). En otras palabras, en el desarrollo de software la interacción con las partes interesadas requiere habilidades de comunicación suficientemente buenas (Ahmed et al., 2013). Este hecho representa un gran reto porque mejorar la habilidad técnica de un miembro del equipo tiene una solución mucho más fácil que mejorar las habilidades de comunicación de un individuo o el proceso de comunicación del equipo (DeFranco & Laplante, 2017). Adicionalmente el estudio de (Colomo-Palacios, Casado-Lumbreras, Soto-Acosta, & García-Crespo, 2013) señala que las dificultades en la comunicación generan ansiedad y como resultado impide alcanzar la comprensión, el acuerdo o el consenso. En este estudio, los gerentes también mencionaron a la ansiedad como una consecuencia de retrasos en los procesos de toma de decisiones y lentitud en el avance de comunicaciones y negociaciones.

Por otro lado, Hoegl y Gemuenden (2001) incluyeron a la comunicación como uno de los seis factores de su modelo de calidad de trabajo en equipo (TWQ por sus siglas en inglés *TeamWork Quality*) y reportaron evidencia empírica de la relación entre la calidad del trabajo en equipo y la calidad del software. Cabe mencionar que el modelo TWQ ha sido utilizado en recientes trabajos de investigación (Lindsjörn, Sjøberg, Dingsøy, Bergersen, & Dyba, 2016; Weimar et al., 2017). Además, el trabajo de (Ghobadi, 2015) presenta varios estudios sobre la importancia de la comunicación en el contexto de desarrollo de software. Entre los aspectos estudiados sobre la comunicación destacan: i) la frecuencia de la comunicación (volumen), la cual puede ayudar a predecir de significativamente la amplitud de la transferencia de conocimientos (Sarker, Sarker, Nicholson, & Joshi, 2005), ii) las interacciones cara a cara (face-to-face) son un canal de comunicación enriquecido debido a la capacidad para transmitir múltiples señales (y conocimiento embebido) (Melnik & Maurer, 2004), iii) las prácticas establecidas para la comunicación tales como reuniones periódicas que implican a la gestión, líderes de equipo y otros miembros del proyecto permiten el intercambio de conocimientos e información (Waterson, Clegg, & Axtell, 1997). Además, Cockburn (2006) sostiene que la comunicación más eficaz es de persona a persona “*person-to-person*”, cara a cara “*face-to-face*”, sobre todo cuando es mejorada por un medio de modelado compartido, como una pizarra (POW), pliegos de papel “*flip chart*”, o simplemente una hoja de papel (véase Figura 3.2).

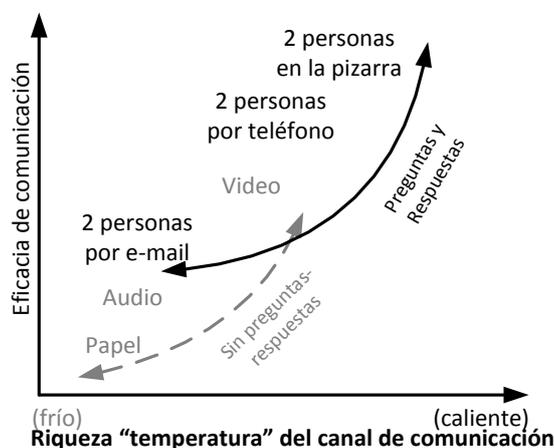


Figura 3.2. Curva de Modos de Comunicación (Cockburn, 2006)

La Figura 3.2 también representa en el eje horizontal la riqueza "temperatura" del canal de comunicación. Más cálido indica que se transmite más riqueza emocional y de información. Así pues, el correo electrónico es más frío que el audio o video, y dos personas que se comunican cara a cara es el canal más caliente. Lo que ilustra la figura es una creciente eficacia de la comunicación relacionada con la riqueza del canal de comunicación. Por lo tanto, dos personas en la pizarra están utilizando la forma más enriquecida y la más efectiva en transferir ideas. No obstante, el resto de canales aún tienen importantes usos. Según Mishra et al. (2012) es eficaz utilizar la comunicación cara a cara para la adquisición de conocimientos y aclarar cuestiones relacionadas con la tarea actual, pero si la información recopilada se va a utilizar en el futuro o la información solicitada no requiere un análisis más detallado (por ejemplo: hechos como el estado del proyecto), se puede hacer visible o disponible para todas las personas de manera efectiva con el uso de herramientas de información enriquecida tales como pizarras, pantallas electrónicas y pliegos de papel. Las herramientas antes mencionadas juegan un rol significativo en la comunicación y coordinación dentro del grupo y entre grupos (Mishra & Mishra, 2009a).

Además, cabe notar que el lenguaje visual es una de las formas más antiguas de representación del conocimiento y es casi 25.000 años anterior al lenguaje escrito convencional. Lo cual significa, que como seres humanos estamos más predispuestos a interpretarlos. En el ámbito de la Ingeniería de Software, Moody (2009) propuso una teoría de cómo se comunican las notaciones visuales basadas en teorías existentes de comunicación. Moody (2009) destaca el color como una de las variables visuales más cognitivamente efectivas. El sistema visual humano es muy sensible a las variaciones en el color, y puede distinguir rápida y precisamente entre ellos. Las diferencias de color se detectan tres veces más rápido que la forma y también se recuerdan con más facilidad. Sin embargo, sorprendentemente, el color se utiliza raramente en notaciones de Ingeniería de Software y está específicamente prohibido en UML (Moody, 2009).

En el contexto de las pequeñas organizaciones tales como las microempresas, el estudio de O'Connor y Coleman (2007) revela que muchas empresas se están beneficiando de la comunicación informal, particularmente de la comunicación verbal, y conocimiento tácito a expensas de la documentación detallada. Estudios más recientes (Basri & O'Connor, 2011; O'Connor & Basri, 2014) proporcionan evidencia empírica adicional de lo antes mencionado, y confirman el uso activo de herramientas de comunicación como el mail, teléfono, blog e internet. Cabe notar que los sistemas y prácticas de comunicación de una organización, como pasa con todas las actividades humanas son susceptibles de deterioro, sobre todo cuando no se tiene establecido un sistema permanente de evaluación y mejoramiento. Como respuesta a esta necesidad surgieron las auditorías de la comunicación (Varona Madrid, 2005).

Finalmente según (DeFranco & Laplante, 2017) en su revisión de la literatura acerca de la investigación realizada sobre comunicación en equipos de desarrollo de software, la comunicación ineficaz no sólo es confirmada como un punto de fallo de los proyectos, sino que se destaca por el gran número de trabajos de investigación (71) que se centran en mejorar la comunicación en el área de desarrollo de software e ingeniería de software. (DeFranco & Laplante, 2017) concluyen que el trabajo en equipo eficaz y la comunicación tienen además influencia en la confianza y el trabajo creativo en equipo, por lo tanto, la combinación de equipos, desarrollo de software y comunicación es un área de investigación importante.

### **3.2 Satisfacción Laboral**

La satisfacción laboral es un tema bastante estudiado en las ciencias del comportamiento (Mete, Sökmen, & Biyik, 2016). Es el punto de intersección para varias teorías y modelos que explican las actitudes y comportamientos individuales, tales como Teoría de la Jerarquía de Necesidades, Teoría de Motivación-Higiene, Teoría de la Expectativa, Teoría del

establecimiento de metas u objetivos, Teoría de la satisfacción laboral, y Teoría de las Características del Puesto (Hall, Baddoo, Beecham, Robinson, & Sharp, 2009). Sin embargo, existe evidencia que señala que los profesionales en el ámbito del desarrollo de software no distinguen o no son conscientes de la distinción entre la motivación y la satisfacción laboral (França, Sharp, & da Silva, 2014). Por lo tanto, el término satisfacción es frecuentemente utilizado como un sinónimo de motivación. Aunque la motivación y la satisfacción laboral están conectadas, acorde a (Locke & Latham, 1990) existen dos características vitales que las diferencian. En primer lugar, la motivación es orientada al futuro, mientras que la satisfacción es orientada hacia el pasado, es decir, la motivación es un antecedente de rendimiento, mientras que la satisfacción es una consecuencia de los sucesos en el trabajo. En segundo lugar, la motivación es la percepción del trabajo y sus características intrínsecas, mientras que la satisfacción laboral se refiere a la percepción de un amplio conjunto de elementos presentes en el lugar de trabajo, incluyendo pero no limitado al trabajo en sí mismo. Para Locke, la satisfacción laboral se define como un estado emocional placentero o positivo resultante de la valoración del puesto de trabajo de un individuo o de las experiencias en el trabajo.

Según França et al. (2014), la satisfacción laboral afecta la salud física y mental, el ausentismo y la rotación del personal. Así, la felicidad es una señal externa de satisfacción laboral, mientras que personas motivadas para trabajar funcionarán de la mejor forma posible, es decir, afectará la productividad de los individuos y se percibe en términos de compromiso y enfoque. Además, la evidencia empírica proporcionada por (Graziotin et al., 2017; Graziotin, Wang, & Abrahamsson, 2014) ofrece apoyo para la afirmación de que los desarrolladores más felices son realmente mejores solucionadores de problemas que requieren sus capacidades analíticas.

Por otro lado, la investigación realizada por (Pedrycz, Russo, & Succi, 2011) identificó las siguientes tres causas de satisfacción laboral: la comunicación, el ambiente de trabajo y la sostenibilidad del trabajo. Pedrycz et al. (2011) propusieron un modelo de satisfacción laboral para procesos de desarrollo colaborativo. La Tabla 3.1 muestra los sub-factores asociados a las tres causas antes mencionadas. Sin embargo, el estudio de la consistencia interna del modelo propuesto reveló que el ambiente de trabajo no estaba correlacionado, y que solo dos sub-factores de comunicación y tres sub-factores de sostenibilidad del trabajo estaban significativamente correlacionados con la satisfacción laboral. Es decir, son determinantes *la comunicación entre departamentos es satisfactoria, la comunicación entre los desarrolladores es buena, el trabajo no es demasiado monótono, el ritmo de trabajo es sostenible y no es fuente de preocupación y estrés.*

COMUNICACIÓN	AMBIENTE DE TRABAJO	SOSTENIBILIDAD DEL TRABAJO
<b><i>La comunicación entre departamentos es satisfactoria</i></b>	Espacio de trabajo y el diseño de la oficina es apropiada	<b><i>No es demasiado monótono</i></b>
<b><i>La comunicación entre los desarrolladores es buena</i></b>	El iluminación es apropiada	<b><i>Ritmo sostenible de trabajo</i></b>
Los cambios de diseño comunicados rápidamente	El ruido es apropiado	<b><i>No es fuente de preocupación y estrés</i></b>
Reuniones bien organizadas	La calefacción es apropiada	Gestionar el equilibrio entre el hogar y el trabajo

**Tabla 3.1. Causas de satisfacción en el trabajo y sub-factores (Pedrycz et al., 2011)**

Además, los siguientes estudios sobre la rotación del personal de tecnología de la información (TI) destacan la relación con la satisfacción laboral. Calisir, Gumussoy e Iskin (2009) encontraron que la rotación se explica mediante las variables de compromiso organizacional y satisfacción laboral. Concluyeron que empleados más satisfechos con su trabajo también están

más comprometidos con sus organizaciones. A su vez, Rutner, Hardgrave y McKnight (2008) encontraron que la equidad de las recompensas, la satisfacción en el trabajo y la carga de trabajo percibida pueden predecir la rotación de personal. Mientras que Lee-Kelley, Blackman y Hurst (2007) hallaron que la recompensa y el desafío ejercen los efectos más significativos sobre la rotación del personal. Estos últimos autores además describen la satisfacción laboral en términos de confort, desafío, recompensa, relaciones con los compañeros de trabajo, adecuación de los recursos y promoción.

En consecuencia la satisfacción laboral no solo mantiene una estrecha relación con la comunicación sino también con otros factores tales como los antes mencionados. Algunos de estos factores también se señalan en el estándar ISO 10018 para la gestión de la calidad, y su descripción se realiza en la sección 4.3 de estándares internacionales. Finalmente, otra cuestión de interés que se describe en la siguiente sección es si las percepciones del clima de trabajo en el equipo de desarrollo de software tienen alguna relación con la satisfacción de los miembros de un equipo de desarrollo.

### **3.3 Clima de Trabajo en Equipo**

Estudios previos sobre el clima de trabajo en equipo en el ámbito de ingeniería de software sugieren que controlar el clima o ambiente de equipo que prevalece dentro de los equipos de desarrollo de software puede ser un factor importante para la satisfacción de los miembros del equipo. Igualmente, la gestión del clima de equipo puede tener un impacto importante en el éxito de un proyecto de software (Ji & Wang, 2012). De hecho, la reciente revisión sistemática de la literatura realizada por Soomro et al. (2016) acerca de los efectos de los rasgos de personalidad sobre el clima de equipo y desempeño, reveló que algunas de las 35 publicaciones estudiadas no utilizaron explícitamente el término “clima de equipo” sino términos alternativos tales como “cooperación”, “cohesión de grupo”, “coordinación” y “colaboración”. En este estudio los autores encontraron que la comunicación es uno de los factores significativos del clima de equipo. No obstante, este estudio también reveló que no existe un único acuerdo sobre la composición del clima de trabajo en equipo definida en el ámbito de la ingeniería de software.

Adicionalmente, la investigación empírica llevada a cabo por (Acuña et al., 2008), intentó entender si el clima de equipo (definido como las percepciones compartidas de los procedimientos y prácticas de trabajo en equipo) tenía alguna relación con la calidad del producto de software. Los autores encontraron que altas preferencias de visión de equipo y percepciones del equipo sobre la de seguridad en la participación estaban significativamente relacionadas con un mejor software. De acuerdo con Ji y Wang (2012), en los equipos de desarrollo de software cada individuo tiene más autoridad y trabajo autónomo, y los equipos también requieren que el personal manifieste conductas más conscientes, activas y de cooperación. Diferentes climas de equipo tienen un impacto completamente diferente de estos comportamientos. Es decir el comportamiento de cada individuo de un equipo y el comportamiento del equipo en el desarrollo de software está influenciado por el clima de equipo. En consecuencia, en el plan de proyecto de software, debemos considerar el clima de equipo y su potencial impacto (Ji & Wang, 2012). Además, el clima del equipo influye en el entusiasmo de los miembros del equipo y esto resulta en una tendencia positiva en el rendimiento del equipo (Ji & Wang, 2012). Sin embargo, el clima de trabajo en equipo es un concepto complejo y necesita descomponerse en dimensiones tal como ha sido previamente estudiado (Gómez Pérez, 2010; Ji & Wang, 2012).

En el ámbito del software para determinar el clima real de los equipos de desarrollo se ha utilizado el cuestionario Inventario de Clima de Equipo (en inglés, Team Climate Inventory, TCI) (Acuña, Gómez, Hannay, Juristo, & Pfahl, 2015; Acuña et al., 2008; Acuña, Gómez, & Juristo,

2009), el cual es un test psicométrico para medir las percepciones de clima de trabajo en equipo propuesto por Anderson y West (1998). Anderson y West (1998), con el fin de entender el clima de trabajo en equipo propusieron 3 condiciones necesarias pero no suficientes para compartir percepciones y por ende un clima determinado dentro de un grupo: (a) que sus miembros tengan que interactuar, (b) que sus miembros tengan un objetivo en común que los predisponga a tomar una acción colectiva y (c) debe existir la suficiente interdependencia en la tarea para desarrollar un entendimiento compartido.

En efecto, el clima de trabajo en equipo entre otros factores humanos requiere un grado de comunicación que permita la interacción entre los miembros, compartir un objetivo y la toma de decisiones que a su vez facilite el entendimiento compartido sobre las tareas.



## 4. Estándares internacionales

La relación entre el éxito de una empresa de software y el proceso de software que utiliza ha sido investigada (Clarke & O'Connor, 2012a, 2012b) revelando la necesidad de que todas las organizaciones, no sólo las muy pequeñas empresas presten atención a las prácticas de proceso de software tales como los estándares internacionales (O'Connor & Laporte, 2012). La premisa de este estudio es apoyar a las microempresas de software a mejorar su trabajo diario, de ahí que las buenas prácticas de los estándares internacionales puedan utilizarse como un punto de referencia integral. No obstante, las microempresas requieren la creación de un marco estructurado y sistemático. En esta investigación, se presenta un enfoque adaptado para integrar la esencia de los siguientes estándares internacionales en un marco práctico que apoye a las microempresas en el fortalecimiento y/o integración de factores humanos con el fin de abordar más adecuadamente el aspecto técnico de las iniciativas SPI.

### 4.1 ISO/IEC 29110

ISO/IEC 29110<sup>3</sup> define las actividades y productos de trabajo mínimos que requieren las VSEs para su desempeño (Takeuchi, Kohtake, Shirasaka, Koishi, & Shioya, 2014). ISO/IEC 29110 se considera una iniciativa SPI emergente (Moreno-Campos et al., 2014) que proporciona un estándar acorde a las características y necesidades de las VSEs (ISO, 2011b). Aunque otras iniciativas están dedicadas a pequeñas organizaciones como Competisoft de América Latina e ITmark de Europa (Larrucea et al., 2016; Oktaba et al., 2007), ISO/IEC 29110 se está convirtiendo en un estándar ampliamente adoptado (Laporte, Alexandre, et al., 2008; Moreno-Campos et al., 2014).

Este estándar está desarrollado por el grupo de trabajo 24 (WG24) del sub-comité 7 (SC7) del Comité Técnico Conjunto 1 (JTC1) de la Organización Internacional de Normalización (ISO) y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC). El objetivo general de este estándar es apoyar y alentar a las VSEs para que evalúen y mejoren su proceso de software. Aunque la característica principal de las organizaciones a la que está dirigida el estándar ISO/IEC 29110 es el tamaño, existen otros aspectos y características que pueden afectar la preparación o selección del perfil, tales como: modelos de negocio (comerciales, por contratación, de desarrollo interno, etc.), factores situacionales (tales como criticidad, ambientes inciertos, etc.), y niveles de riesgo. Crear un perfil para cada posible combinación de valores de las diversas dimensiones descritas anteriormente daría como resultado un conjunto muy extenso de perfiles. Tomando en cuenta que existen muchas y diferentes configuraciones de VSEs se han propuesto una serie de perfiles genéricos. El grupo de perfiles genéricos ha sido definido como *aplicable a la mayoría de las VSEs que no desarrollan software crítico y que tienen factores situacionales típicos*. El grupo de perfiles genéricos brinda un enfoque progresivo para satisfacer a una mayoría de las VSEs y está compuesto por una colección de cuatro perfiles: entrada, básico, intermedio y avanzado. Sin embargo sólo los dos primeros se han publicado (2012 y 2011, respectivamente). El perfil básico describe el desarrollo de software de una aplicación para un único equipo de proyecto, sin ningún riesgo o factores situacionales especiales. Mientras que el perfil de entrada es una simplifica. Es importante notar que los autores de este estándar afirman que ha sido desarrollado para mejorar la calidad del producto y/o servicio de software, y para mejorar el desempeño de la organización, sin pretender excluir el uso de cualquier enfoque o metodología de desarrollo, tales como cascada, iterativo, incremental, evolutivo, ágil, desarrollo dirigido por pruebas (TDD por sus siglas en inglés *Test Driven Development*) basado en las necesidades de la pequeña organización o del proyecto. A

---

<sup>3</sup> Disponible sin costo en <http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/index.html>

continuación se listan las características más relevantes del estándar ISO/IEC 29110 (O'Connor & Laporte, 2017).

- Modelo internacional basado en una combinación de estándares (ISO/IEC 12207, ISO/IEC 15289, ISO/IEC 33000, entre otras).
- Es reconocido Internacionalmente.
- Es específico para el desarrollo y mantenimiento de software.
- Dirigido a pequeñas organizaciones de entre 1 a 25 personas.
- Orientado a proyectos tanto "Internos" como "Externos".

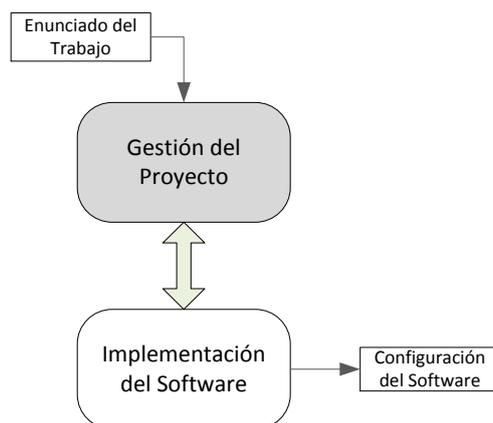
Usando la Guía, se pueden obtener los siguientes beneficios:

- Un conjunto acordado de requisitos y productos esperados es entregado al *Cliente*.
- Un proceso de gestión disciplinado que proporciona visibilidad y *Acciones Correctivas* sobre los problemas y desviaciones del proyecto es realizado.
- Un proceso sistemático de implementación de *Software* que satisfaga las necesidades del *Cliente* y asegure la calidad de los productos es seguido.

Para el uso de la Guía, se requiere cumplir con las siguientes condiciones de entrada:

- El enunciado de Trabajo del proyecto está documentado.
- La viabilidad del proyecto fue realizada antes de su inicio.
- El equipo del proyecto, incluyendo el *Gestor del Proyecto*, está asignado y entrenado, y los bienes, servicios e infraestructura para iniciar el proyecto están disponibles.

En la Figura 4.1 se presentan las dos categorías principales de procesos del estándar ISO/IEC 29110 para el perfil básico: Gestión de Proyectos (GP) e Implementación de Software (SI) (ISO, 2011b), ambos procesos están interrelacionados. GP tiene como objetivo establecer y llevar a cabo de manera sistemática las *Tareas* del proyecto de implementación de *Software*, lo que permite cumplir con los objetivos del proyecto en la calidad, tiempo y costo esperados. Mientras que el proceso IS tiene como objetivo analizar, diseñar, construir, integrar y probar sistemáticamente los productos de software nuevos o modificados conforme con los requisitos especificados.



**Figura 4.1. Procesos de la guía del perfil básico**

En resumen, el proceso de GP (véase Figura 4.2) utiliza la enunciado del trabajo del *Cliente* para elaborar el *Plan del Proyecto*. Las *Tareas* de evaluación y control del proyecto de GP comparan el progreso con el *Plan del Proyecto* y se toman las acciones necesarias para eliminar las desviaciones o incorporar cambios al *Plan del Proyecto*. La actividad de cierre del proyecto de GP entrega la *Configuración del Software*, producida por SI, y obtiene la

aceptación por parte del *Cliente* para formalizar el fin del proyecto. Se establece un *Repositorio de Proyecto* para guardar los productos de trabajo y controlar sus versiones durante el proyecto. Por lo tanto, el cliente proporciona una enunciado de trabajo como entrada al proceso de GP y recibe una configuración de software como resultado de la ejecución del proceso de SI.

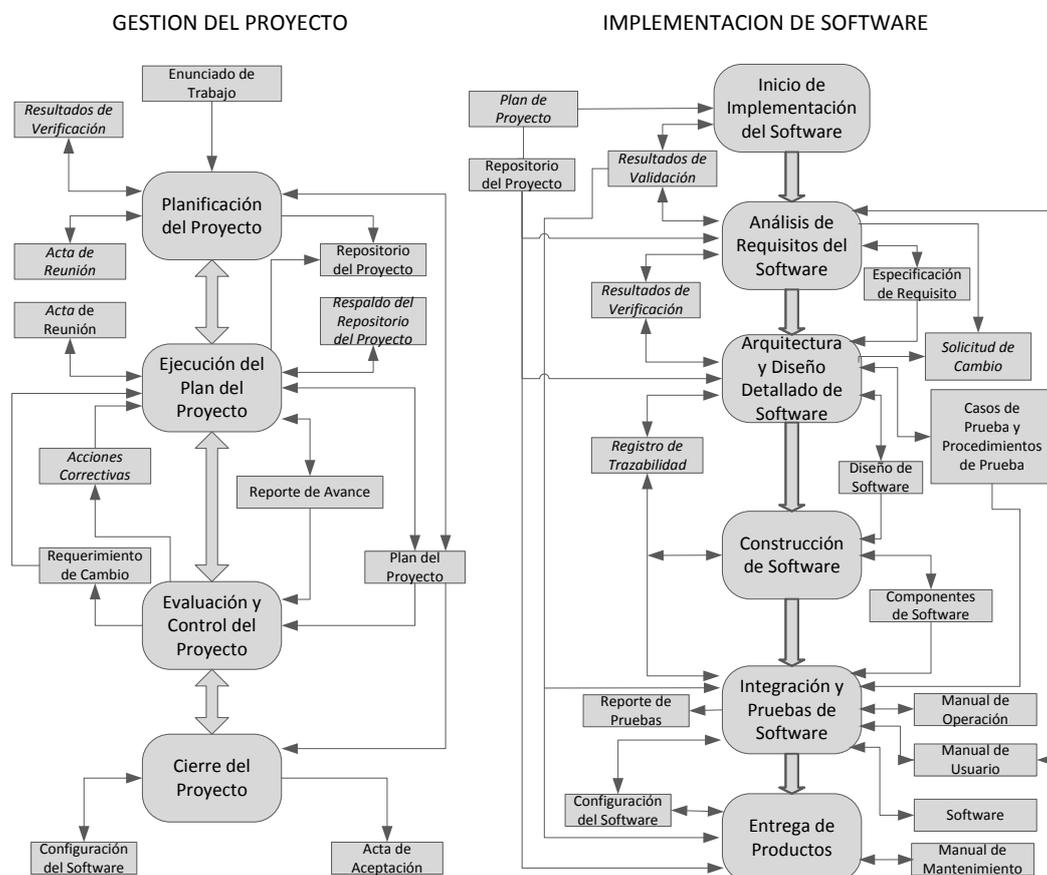


Figura 4.2. Diagrama de Procesos de ISO/IEC 29110

La ejecución del proceso de SI está dirigida por el *Plan del Proyecto* (véase Figura 4.2). El proceso IS comienza con una actividad de iniciación de la revisión del *Plan del Proyecto*. El *Plan del Proyecto* guiará la ejecución de las actividades del análisis de requisitos de *Software*, arquitectura y diseño detallado de *Software*, construcción de *Software*, integración y prueba de *Software* y la entrega del producto. Con el fin de eliminar los defectos del producto las *Tareas* de verificación, validación y pruebas se incluyen en las actividades del flujo de trabajo.

Además, se han creado paquetes de puesta en operación (DP por sus siglas en inglés *Deployment Package*). Los DPs son un conjunto de artefactos desarrollados para facilitar la implementación de un conjunto de prácticas del marco de trabajo seleccionado en una pequeña organización (VSE). Hasta ahora, una serie de proyectos piloto para el estándar de perfil de ingeniería de software se han completado en varios países (Laporte, O'Connor, & Paucar Garcia, 2015).

## 4.2 OMG ESSENCE

En el año 2010 surgió una importante iniciativa para la comunidad de ingeniería de software, Teoría y Método de Ingeniería de Software (SEMAT por sus siglas en inglés *Software Engineering Method and Theory*), con el propósito de generar una base teórica para la

disciplina (OMG, 2015). SEMAT lanzó una llamada a la acción para refundar la Ingeniería de Software (Morales-Trujillo, Oktaba, & Piattini, 2015). Posteriormente, el Grupo de Gestión de Objetos (OMG por sus siglas en inglés *Object Management Group*) lo respaldó mediante un requerimiento de propuestas para tratar las preocupaciones de SEMAT. Esto no sorprende, porque varios miembros influyentes de la comunidad de ingeniería de software que participan en SEMAT están involucrados en organizaciones que son miembros de OMG. OMG es un consorcio de TI que se estableció en 1989. En 2015, se publicó *Essence - Kernel and Language for Software Engineering Methods*, versión 1.1<sup>4</sup>, (OMG, 2015). Esta especificación define un núcleo y un lenguaje para la creación, uso y mejora de los métodos de ingeniería de software. El Lenguaje es específico de dominio para definir Núcleos, Prácticas y Métodos (OMG, 2015). El núcleo es un modelo conceptual del dominio de desarrollo de software (Jacobson, Ng, McMahon, Spence, & Lidman, 2013) e identifica un conjunto básico de *Alphas* separados en diferentes áreas de preocupación y sus relaciones.

ESSENCE pone particular atención a los puntos principales del proceso de desarrollo de software tales como las necesidades del cliente, el equipo de trabajo o los requerimientos para generar el producto. Estos puntos son las “*cosas con qué trabajar*” y se denominan *Alphas*, se califican del estado más incipiente al más alto de acuerdo a su progreso, lo que permite controlar el correcto funcionamiento de un proyecto. Es decir un *alpha* es un elemento esencial del esfuerzo de ingeniería de software relevante para una evaluación de su progreso y salud, no son productos de trabajo (tales como documentos), así, cada *alpha* se caracteriza por un simple conjunto de estados que representan su progreso y salud. Cada estado tiene una lista de chequeo que especifica los criterios necesarios para alcanzar un estado. Esos estados hacen que el núcleo sea **accionable** y lo habilitan para guiar el comportamiento de los equipos de desarrollo de software. Los *alphas* en el núcleo proveen un marco general para dirigir y hacer progresar los esfuerzos de desarrollo de software, sin importar las prácticas que se apliquen o la filosofía que se siga.

Otra característica del núcleo es la manera en que se puede **extender** para apoyar diferentes proyectos (por ejemplo, nuevos desarrollos, mejoras a sistemas heredados, desarrollos internos, desarrollos externos, líneas de productos de software, etc.). El núcleo ayuda a agregar prácticas, tales como historias de usuario, casos de uso, desarrollo basado en componentes, arquitectura, programación por pares, reuniones diarias de pie, equipos auto organizados. La idea es aplicar la separación de prácticas, representadas como unidades modulares separadas y distintas, que un equipo puede escoger usar o no.

El núcleo es **práctico** debido a la manera en que se usa en la práctica, puesto que no es sólo una descripción de lo que un equipo necesita hacer sino forma una parte esencial de lo que hacen cada día. Con este fin se emplean tarjetas que se pueden tocar proporcionando recordatorios concisos y guía para los miembros del equipo (véase Figura 4.3). Al disponer de listas de chequeo y sugerencias prácticas, en lugar de discusiones conceptuales, el núcleo se convierte en algo que el equipo usa diariamente. Por ejemplo fácilmente las tarjetas se pueden utilizar para discutir el estado actual del desarrollo, la asignación de trabajo y la colaboración entre los miembros del equipo.

En resumen el núcleo posee tres características relevantes es accionable, es extensible y es práctico. Essence incorpora muchas de las ideas sugeridas en estudios y estándares previos. Sin embargo, se distingue de los trabajos anteriores porque define los elementos fundamentales, de la ingeniería de software (Park, Jang, & Lee, 2017). Dada la definición de los elementos del núcleo y sus estados, este estándar apoya la ingeniería de software adaptable. Un enfoque de ingeniería adaptativa permite a un equipo de proyecto cambiar su

---

<sup>4</sup> Disponible sin costo en <http://www.omg.org/spec/Essence/1.1/>

plan de trabajo e incluso el método de trabajo en cualquier momento basado en la evaluación del estado actual del proyecto (Park et al., 2017).



Figura 4.3. Las tarjetas hacen tangible el núcleo

Adicionalmente, el núcleo contiene un pequeño número de “cosas que siempre hacemos” cuando se desarrollan sistemas de software, así como las “habilidades que siempre necesitamos tener”. Es decir, los elementos del núcleo tienen además de los *alphas*, dos categorías adicionales denominadas los *espacios de actividad* y las *competencias* (OMG, 2015). Cada uno de los elementos se agrupan en tres áreas de preocupación: *Cliente*, *Solución* y *Esfuerzo*.

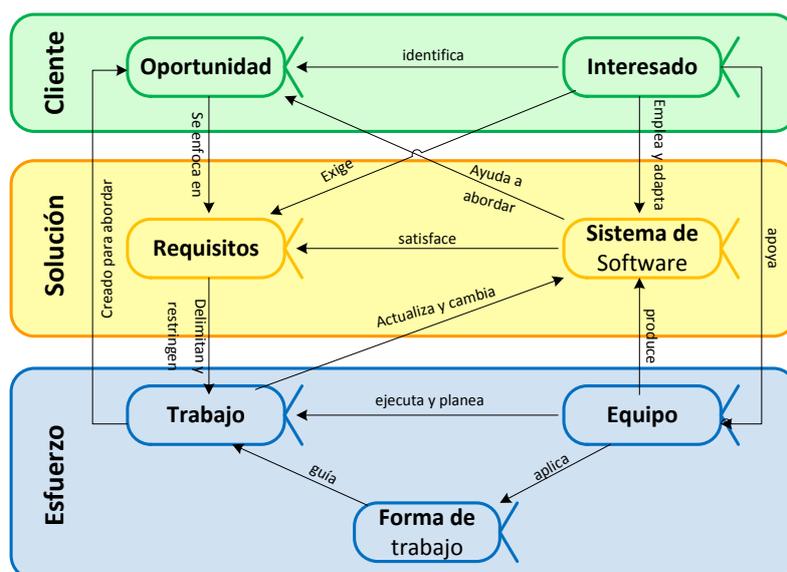


Figura 4.4. OMG Essence: Alphas y áreas de preocupación

En la Figura 4.4 se presentan las siete *Alphas*: Oportunidad, Partes Interesadas, Requisitos, Sistema de Software, Equipo, y Trabajo y Forma de Trabajo. Como ya se mencionó, se proporciona un marco para evaluar el progreso y la salud de los proyectos de desarrollo de software y una base para las definiciones de métodos y prácticas (Jacobson et al., 2013). Una práctica ofrece una forma de trabajo sistemática y repetible enfocada en el logro de un objetivo que aborde un aspecto específico del desarrollo de software o el trabajo en equipo (OMG, 2015). Un método es la composición de un núcleo y un conjunto de prácticas para cumplir un propósito específico (OMG, 2015).

Según Jacobson et al. (2013), más que un modelo conceptual, el núcleo provee:

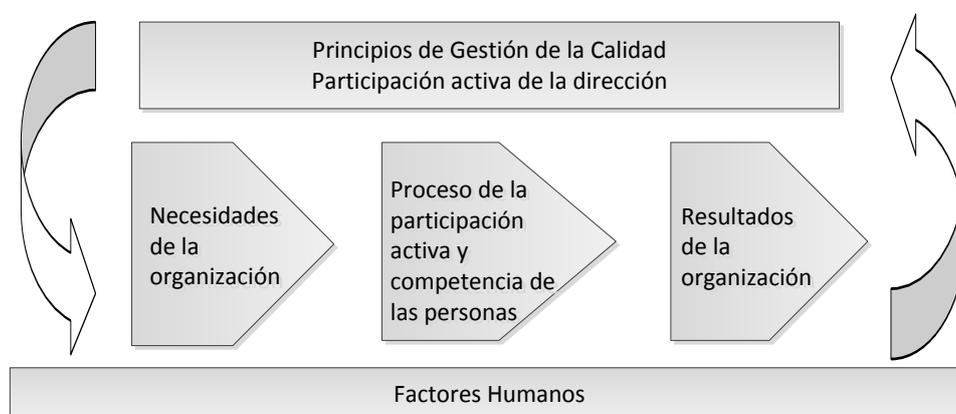
- Un marco de pensamiento para que los equipos razonen sobre el progreso que están haciendo y la salud de sus esfuerzos.
- Un terreno común para la discusión, mejoramiento, comparación e intercambio de métodos y prácticas de ingeniería de software.
- Un marco para que los equipos ensamblen y mejoren continuamente su forma de trabajo, mediante la composición de prácticas definidas por separado y de diverso origen.
- Un fundamento para la definición de medidas que no dependan de las prácticas, para evaluar la calidad del software producido y los métodos que se usan para producirlo.
- Más importante aún, una forma de ayudarle a los equipos a comprender dónde están, qué deberían hacer después y dónde necesitan mejorar.

Finalmente para que los desarrolladores de software puedan conocer si han pasado de un estado de calidad a otro se propone como anexo KUALI-BEH, que permite detallar métodos y prácticas para saber cómo escalar estados en cada una de las *Alphas*<sup>5</sup>.

### 4.3 ISO 10018

A finales de 2012, se publicó la nueva norma ISO 10018 para la gestión de la calidad. De acuerdo con la ISO 10018 (ISO, 2012), el desempeño general de un Sistema de Gestión de la Calidad (QMS por sus siglas en inglés *Quality Management System*) y sus procesos dependen en última instancia de la participación activa y competencia de las personas, y de si están debidamente incluidos e integrados en la organización. La participación activa de las personas es importante para que el QMS de una organización logre resultados coherentes y alineados con sus estrategias y valores. Es crítico identificar, desarrollar y evaluar los conocimientos, las aptitudes, el comportamiento y el ambiente de trabajo requeridos para la participación activa y eficaz de las personas con las competencias necesarias. Cabe notar, que los autores de este estándar señalan que es aplicable a cualquier organización independientemente de su tamaño, tipo y actividad. De esta forma, este organismo internacional reconoce que los factores humanos pueden tener una influencia significativa en la interacción con los sistemas de gestión y su funcionamiento.

Este estándar está basado en un enfoque de proceso estratégico (véase la Figura 4.5) para el desarrollo de la participación activa y competencia de las personas en todos los niveles de la organización. Asimismo, proporciona directrices para los factores humanos que influyen en la participación activa y la competencia de las personas, y crea valor que ayuda a lograr los objetivos de la organización.



**Figura 4.5. Proceso estratégico para la participación activa y competencia de las personas**

<sup>5</sup> <https://sg.com.mx/revista/38/kuali-beh-y-essence#.WPpYkPmLTIU>

Además de los términos y definiciones que figuran en la norma ISO 9000 se aplican los siguientes cinco:

1. **Competencia:** capacidad media para aplicar los conocimientos y habilidades para lograr los resultados previstos;
2. **Adquisición de competencias:** proceso para asegurar que la competencia sea alcanzada por una persona, grupo de personas o una organización,
3. **Desarrollo de competencias** es un proceso para aumentar la competencia de una persona, un grupo de personas o una organización,
4. **Factores humanos** son las características físicas o cognitivas, o comportamiento social de una persona, y
5. **Participación** es el compromiso y contribución a objetivos compartidos.

La gestión de la participación y la competencia de las personas requieren tanto participación activa y estrategia como el proceso de adquisición de la participación y competencia de las personas. El proceso se basa en los siguiente cuatro pasos:

1. **Análisis**, los datos se recopilan y analizan en relación con los objetivos a corto y largo plazo de la organización para la participación y la competencia de las personas;
2. **Planificación**, se establecen y mantienen procedimientos para planificar la participación de las personas y el proceso de adquisición de competencias a nivel organizativo, grupal e individual;
3. **Implementación**, los planes y acciones asociadas se implementan para lograr el objetivo de participación y competencia de las personas;
4. **Evaluación**, los planes, acciones y resultados son revisados y evaluados para mejoramiento continuo.

Cabe notar que debe realizarse una revisión en cada paso para asegurar que los datos de entrada y salida son correctos (ISO, 2012). Estos pasos se aplican a todos los niveles - organización, grupo e individuo. Adicionalmente, existen dos anexos: factores humanos y autoevaluación.

En relación a los factores humanos del Anexo A se consideran los siguientes (Merrill, 2012):

- **Motivación y actitud**, los líderes deben asegurarse de que las personas tengan la actitud y la motivación para lograr los resultados deseados por la organización. Los beneficios clave de las actitudes positivas y la motivación fomentan un ambiente de trabajo que es propicio para lograr los resultados previstos.
- **Sensibilización o Toma de conciencia**, los líderes deben asegurarse de que las personas de la organización comprenden el propósito del sistema de gestión de la calidad y su rol en el sistema. Deben participar en todas las etapas de identificación del proceso y los controles con los cuales trabajan y ser conscientes de sus responsabilidades de proceso.
- **Comunicación**, la comunicación efectiva es necesaria dentro y fuera de la organización, para garantizar que las personas trabajan con objetivos comunes. A medida que las organizaciones crecen y se vuelven más complejas, la comunicación se vuelve más difícil
- **Creatividad e innovación**, dentro de la organización permite la mejora de los procesos y productos existentes, y la creación de nuevos productos y servicios para el mercado
- **Educación y aprendizaje**, la organización que aprende se centra en aumentar el conocimiento para aumentar continuamente su desempeño. Las organizaciones deben ser competentes para ser competitivas.
- **Empoderamiento (otorgamiento de autoridad)**, permite a las personas asumir la responsabilidad de su trabajo y sus resultados.

- **Compromiso**, cuando las personas están plenamente involucradas en las actividades de la organización experimentan una mayor satisfacción personal y, por consiguiente, la organización lleva a cabo sus actividades con mayor eficacia. El compromiso es el resultado del reclutamiento efectivo seguido de la introducción a la fuerza de trabajo a través de un proceso de concientización.
- **Reconocimiento y recompensas**, refuerzan el comportamiento de las personas y su comprensión del valor que sus esfuerzos han proporcionado a la organización. El reconocimiento debe reforzar la conducta que hay que fomentar. También demuestra que la organización valora a su gente y se preocupa por su éxito, lo que refuerza el orgullo y la estima de las personas.
- **Liderazgo**, los líderes establecen la unidad de propósito y la dirección de la organización. Deben crear y mantener un ambiente interno en el que las personas puedan participar plenamente en el logro de los objetivos de la organización.
- **Red de contacto (networking)**, promueve la transferencia de información, conocimiento e ideas. Existen dos tipos principales de redes: i) la red abierta es más adecuada para compartir el conocimiento, ii) la red cerrada es para lograr resultados.
- **Contratación**, el proceso de búsqueda, evaluación y selección de personas para un puesto en una organización.
- **Responsabilidad y autoridad**, la gestión debe ser responsable de proporcionar a las personas la autoridad para tomar decisiones sobre su trabajo.
- **Trabajo en equipo y colaboración**, la capacidad de trabajar en un equipo se reconoce como un requisito para las personas en organizaciones de cualquier tamaño. El trabajo en equipo es el resultado de la capacidad de las personas para trabajar juntas en una relación creativa y productiva dentro de un proceso, conducida a mejorar y asegurar la calidad en productos y servicios. El trabajo en equipo se desarrolla cuando hay confianza mutua y respeto entre los miembros de un equipo.

La autoevaluación propuesta en el Anexo B incluye 5 niveles de madurez que contienen una lista de verificación para evaluar la situación con respecto a la participación de las personas y la competencia en una organización.

#### 4.4 ISO/IEC 33014 – Modelo Improvability

En 2013, se publicó el estándar ISO/IEC 33014 para mejorar los procesos en las organizaciones de TI. Esta norma describe la identificación de los elementos de apoyo a la mejora de procesos más importantes e incluye una evaluación (Pries-Heje & Johansen, 2013). Se considera como *ImprovAbility*, la capacidad de una organización para lograr el éxito y evitar el fracaso. El *ImprovAbility* de una organización depende de qué tan bien la organización se enfrenta con los siguientes cuatro grupos de elementos de apoyo de mejora (ISO, 2013):

1. Elementos de apoyo de mejora relacionados con los principios o *fundamentos* de la empresa en los que se constituyen los programas o proyectos de mejora de proceso
2. Elementos de apoyo de mejora relacionados con la *iniciación* de proyectos, típicamente ideas para nuevos proyectos de innovación y mejora de procesos.
3. Mejorar los elementos de apoyo relacionados con los *proyectos*, desde el inicio hasta la entrega.
4. Mejorar los elementos de apoyo relacionados con los resultados *en el uso*, desde el inicio hasta el despliegue completo.

Dependiendo de la situación puede variar mucho cuales elementos de apoyo a la mejora de procesos serán los más importantes para una organización. Así, una organización que ha desplegado con éxito sus procesos y una organización novata pueden tener como importantes los mismos elementos de apoyo para enfocarse en mejorar su *ImprovAbility* (por ejemplo,

gestión de soporte). No obstante, este estándar se enfoca en las actividades sin definir con precisión los artefactos requeridos (Kuhrmann & Méndez Fernández, 2015). ISO/IEC 33014 se basa en ISO/IEC 15504 - parte 4 y 7 -, abordando dos dimensiones: i) tres niveles de control (estratégico, táctico y operacional) y ii) tres perspectivas de mejora (organizativa, proyecto, proceso) (ISO, 2013).

Por un lado, el nivel estratégico da la base para establecer un programa de mejora, incluyendo la definición del alcance y la identificación de la estrategia general de cambio. El nivel táctico describe los mejores elementos de apoyo para reforzar el éxito de un proyecto de mejora de procesos o la tasa de éxito organizacional en general con programas de mejora de procesos. El nivel operacional incluye actividades relacionadas con la implementación de la mejora (ISO, 2013). Por otro lado, la perspectiva del proceso se ocupa de la mejora del proceso como un programa o proyecto. La perspectiva organizacional aborda la mejora de la habilidad organizativa para mejora y asegurar el éxito con los proyectos de mejora (Pries-Heje & Johansen, 2013). La perspectiva del proyecto mejora la habilidad para mejorar un proyecto alcanzando el éxito de la mejora (ISO, 2013). Cabe notar que las dos últimas perspectivas de la ISO/IEC 33014 son el modelo y el método ImprovAbility utilizados en la perspectiva organizacional y la perspectiva del proyecto (Pries-Heje & Johansen, 2013). El modelo ImprovAbility fue diseñado para apoyar las actividades de mejora de procesos (Christiansen & Johansen, 2008). Este modelo ImprovAbility proporciona orientación sobre cómo fortalecer y mantener las capacidades para asegurar el éxito con mejora continua de procesos - ImprovAbility. Cabe mencionar que se ha planteado su utilidad en organizaciones de baja madurez (Christiansen & Johansen, 2008), como es el caso de las microempresas.



**Figura 4.6. Modelo Improvability (Pries-Heje & Johansen, 2013)**

La Figura 4.6 ilustra el modelo para las organizaciones, el cual sugiere un enfoque definido para analizar 20 parámetros que se conoce son una fuente de riesgo para un proyecto de mejora de procesos. Los parámetros se dividen en cuatro grupos denominados Fundamentos, Iniciación, Proyectos y En Uso. El modelo para proyectos es un subconjunto del modelo ImprovAbility de nivel organizacional. El subconjunto consta de 17 de los 20 parámetros originales, Es así que los siguientes tres elementos no son relevantes, porque son controlados /definidos fuera del proyecto:

- Creación de ideas
- Visión y estrategia
- Cultura Organizacional

Finalmente, la idea principal de ISO/IEC 33014 es apoyar a las organizaciones con un marco para mejorar la comprensión de su situación en relación con su capacidad de mejorar, y sobre qué enfocarse para mejorar sus habilidades para mejorar, así como para apoyar a las organizaciones e individuos en su trabajo con la mejora del proceso (Pries-Heje & Johansen, 2013).

## 5. Resumen del Estado de la Cuestión

La revisión de la literatura que se ha llevado a cabo inicia indagando el término PYME. Aunque no existe una definición única, globalmente aceptada de PYME si existe acuerdo en que incluye a las microempresas, y en el ámbito legal en Europa y en la Comunidad Andina tomando en cuenta su tamaño se consideran como tales aquellas que cuentan con hasta 10 empleados. Se nota que lo mismo ocurre con la definición de empresas "pequeñas" y "muy pequeñas" destacando que las prioridades y preocupaciones de las organizaciones con menos de 20 empleados son diferentes de aquellas que se encuentran en las organizaciones más grandes. En este contexto, la industria del software reconoce la importancia de las empresas muy pequeñas (con menos de 25 personas). Además, en este capítulo, se hace una revisión general del proceso de software y de las iniciativas SPI en este ámbito. Cabe mencionar que en la práctica las pequeñas empresas de software tales como las microempresas no adoptan las "mejores prácticas" de los modelos SPI, por tanto tales propuestas no han causado aún un interés generalizado. Asimismo se presenta la literatura específica relacionada con los factores humanos y los más recientes estándares internacionales que pueden afectar el proceso y la mejora del proceso en este tipo de empresas. En relación a los factores humanos se revela un creciente interés en el campo de la investigación. De los estudios previos se desprende que el factor humano es clave en el proceso de desarrollo de software, destacando la comunicación como un elemento esencial e integrador que afecta la satisfacción laboral y el clima de trabajo en equipo. Al tomar en cuenta la perspectiva de que en la mejora de procesos "*un buen proceso -cómo hacer las cosas- conduce a un buen producto*", se puede decir que cualquier organización o proyecto puede mejorar sus procesos, proporcionando así un mejor resultado. No obstante, la mejora requiere la participación de las personas y no es un trabajo que se tenga que llevar a cabo una sola vez, al contrario, debe desarrollarse continuamente - mejora continua del proceso. En consecuencia, para integrar iniciativas SPI en entornos microempresa, un factor clave es el humano, el deseo y la capacidad de mejora pueden determinar no solo el fracaso de este tipo de iniciativas sino que tienen implicaciones sobre el proceso de desarrollo de software en sí mismo. El factor humano trasciende al bienestar individual de los miembros de un equipo de desarrollo y afecta al bienestar colectivo a nivel de la organización.

Finalmente, es importante mencionar que no se ha encontrado un marco establecido para la integración de los factores humanos y el proceso de desarrollo del ciclo de vida en pequeñas empresas. Por lo tanto, se ha identificado como área de oportunidad la definición de un marco para la integración del factor humano y el proceso de desarrollo de software en microempresas que mejore la integración de iniciativas SPI. En la siguiente parte de esta tesis, se plantea el problema, el enfoque de investigación para su resolución y se presenta la validación empírica y sus hallazgos en un caso de estudio industrial.



## Parte III Problema y Validación

---



## 6. Planteamiento del Problema

En este capítulo se identifica y explica el problema a resolver. Después, se presenta el enfoque para resolver el problema. En esta segunda sección se describe el enfoque de investigación, el diseño y las metodologías para abordar el problema de investigación, seguido de una justificación de la metodología de investigación y el método de investigación adoptado. Finalmente, se especifican y justifican un conjunto de limitaciones a la validez.

### 6.1 Descripción del problema

La importancia de las microempresas desarrolladoras de software es indiscutible. En el futuro se espera que su importancia persista, debido a que el sector industrial está vastamente formado por este tipo de empresas como lo indican las estadísticas de diferentes entidades públicas y privadas e investigaciones en este ámbito presentadas en el Capítulo 2. Asimismo, el software está integrado en una amplia gama de bienes y servicios por lo que es indiscutible la importancia de que los países, en especial aquellos en desarrollo, tengan las capacidades necesarias para adoptar, adaptar y desarrollar software (UNCTAD, 2012). Por ende, el proceso de software –cómo hacer software – y los factores que permiten mejorarlo en el entorno microempresa resultan de interés más allá del ámbito académico y de investigación.

Las empresas de desarrollo de software, en particular las microempresas por sus limitados recursos, están bajo una creciente presión para mejorar la productividad, manteniendo la calidad y los costes al mínimo (Sánchez-Gordón & O'Connor, 2015). De ahí que se enfoquen en la calidad del producto y el tiempo de entrega en lugar de la calidad del proceso (Basri & O'Connor, 2010). Además las pequeñas empresas desarrollan y/o mantienen sistemas y/o software que se utiliza en sistemas más grandes (Ibrahim et al., 2016; Laporte et al., 2013). Por lo tanto, es de especial importancia garantizar que en cada país este sector pueda apoyar las necesidades locales de los sectores público y privado (UNCTAD, 2012). Además, es crucial que los cambios y los procesos de adaptación se activen sólo para los factores que son realmente relevantes para la empresa (Moll, 2013). En la práctica, el desarrollo de software está atestado de retos y limitaciones (Jeners et al., 2013). Estudios recientes muestran que las empresas muy pequeñas todavía luchan para implementar el proceso de software (McCaffery & Coleman, 2009; Larrucea et al., 2016) e iniciativas SPI con éxito (Sánchez-Gordón et al., 2015). Se nota que la implementación de controles y estructuras para gestionar adecuadamente su actividad de desarrollo de software es necesaria y constituye un reto importante (McCaffery & Coleman, 2009). De hecho, las pequeñas empresas suelen carecer de los conocimientos y la experiencia práctica, y no puede permitirse los recursos ni ven un beneficio neto en el establecimiento de procesos de software como se define en estándares internacionales (por ejemplo, ISO/IEC 12207) y los modelos de madurez (como Capability Maturity Model Integration CMMI) (Sánchez-Gordón et al., 2015) más conocidos. Aunque existen otros enfoques para gestionar el proceso de desarrollo de software y su mejora, el software es también un subproducto de las actividades humanas que incorpora nuestras capacidades de resolución de problemas, aspectos cognitivos y la interacción social (Capretz, 2014). Consecuentemente, las personas son fundamentales en el proceso de software, en su evaluación y su mejora (Ahmed et al., 2013; Graziotin et al., 2017; Sampaio et al., 2013; Waychal & Capretz, 2017). De ahí que los aspectos técnicos no son suficientes para asegurar el éxito de esta actividad humana y hasta donde la autora de esta tesis conoce no existe un enfoque holístico que sistemáticamente integre el factor humano.

A tenor de lo reflejado en la literatura, queda identificado el problema objeto de estudio de esta tesis: la necesidad de contar con un marco holístico que incorpore el factor humano en el

proceso de desarrollo de software con el fin de facilitar la posterior integración de modelos SPI en el entorno microempresa. Como una manera de enfrentar este problema se propone Samay<sup>6</sup>, que es un marco para integrar factores humanos en el trabajo diario de los equipos de desarrollo de software. Este estudio sugiere la gestión de factores humanos a partir del ciclo de vida del proceso de software. La idea es converger hacia una mejora continua por medio de mecanismos alternativos que impacten en las personas.

## 6.2 Enfoque de Investigación

El objetivo de esta tesis es la definición de un marco holístico, Samay, que sistemáticamente incorpore el factor humano en el proceso de desarrollo de software con el fin de facilitar la posterior integración de modelos SPI en el entorno microempresa. Samay se diseña como un conjunto de elementos agrupados alrededor de un núcleo (véase Capítulo 8). La solución debe permitir al equipo de trabajo adoptar un proceso integral para el desarrollo de software que incorpore técnicas que pueden ser adaptadas a sus necesidades. Además, se proponen elementos de complemento y soporte. Los elementos de complemento están directamente vinculados al proceso de desarrollo: flujo del proceso, roles y responsabilidades, y competencias y niveles de roles. Los elementos de soporte facilitan la adopción del marco: iniciación y gestión de cambio. Se espera que el marco apoye un cambio positivo en factores humanos como la comunicación y la satisfacción laboral. Los resultados de la implementación del marco serán analizados para probar su aplicabilidad.

La resolución del problema al que se enfrenta esta tesis doctoral requiere de un conjunto de pasos y elementos que se contemplen con el fin de construir una solución al problema fundamentada en un enfoque científico que sea útil y generalizable. Aunque existen varias metodologías de investigación usadas en el campo de la ingeniería de software (Glass, Vessey, & Ramesh, 2002), todas se pueden enmarcar en tres tipos de diseño: cuantitativo (por ejemplo, investigación, experimentos y simulaciones), cualitativo (por ejemplo, teoría fundamentada/*grounded theory*, etnografía, investigación-acción) y métodos mixtos (Creswell, 2009). Estos últimos incorporan elementos de los dos primeros enfoques: cuantitativo y cualitativo. En una visión pragmática del mundo, el punto de partida para la selección del método de investigación es la definición de "*lo que se quiere descubrir*", que a su vez "*conduce inexorablemente a la pregunta de cómo obtener esa información*" (Miles & Huberman, 1984). Además de la pregunta de investigación y los objetivos, se deben atender otros factores tales como el tiempo, recursos, accesibilidad industrial, las variables conocidas y desconocidas, investigación previamente conducida, y teorías conocidas del campo en estudio (Creswell, 2009).

En particular, esta investigación está relacionada con recoger información acerca del proceso de software y la mejora de procesos de software, los cuales no están fácilmente sujetos a medición cuantitativa. Por lo tanto, aunque los métodos de investigación cualitativos no ofrecen la generalización y precisión de los métodos cualitativos (Lakshman, Sinha, Biswas, Charles, & Arora, 2000), sí proveen un marco de trabajo bajo el cual el comportamiento humano, actitudes y creencias pueden ser examinados en profundidad. Acorde a Creswell (2009), la investigación cualitativa tiene lugar en su entorno natural, es emergente antes que fuertemente pre-configurada y ve los fenómenos sociales de una manera holística. Lo anterior se ajusta al enfoque del presente trabajo de investigación. La investigación cualitativa tiene las siguientes metodologías primarias (esta lista excluye las encuestas, las cuales se pueden implementar tanto en la investigación cuantitativa y cualitativa): Fenomenología, Etnografía, Casos de Estudio, Investigación-Acción (*Action Research*), y la teoría fundamentada (*Grounded Theory*). Estos métodos pueden utilizarse de forma combinada dando lugar a los métodos mixtos, es

---

<sup>6</sup> Palabra quechua que significa espíritu o alma

decir el uso de uno de ellos no implica la exclusión del resto. En la presente tesis doctoral se ha aplicado una revisión de la literatura de los estándares pertinentes (tales como ISO / IEC 29110, ISO 10018, OMG Essence e ISO/IEC 33014) y estudios publicados anteriormente en este campo, en algunos casos se ha ampliado a una revisión sistemática de la literatura. También se han realizado entrevistas semiestructuradas, grupos focales, casos de estudio, técnicas estadísticas y análisis cuantitativo. Por otra parte, una revisión de expertos sustenta la propuesta de que Samay podría apoyar a los profesionales cuando las pequeñas empresas de software quieren comenzar a mejorar sus formas de trabajo.

En relación al método de caso de estudio se nota que es adecuado para la investigación en ingeniería de software porque se basa en múltiples fuentes de evidencia para investigar un ejemplo (o un pequeño número de ejemplos) de un fenómeno contemporáneo de ingeniería de software dentro de su contexto real, especialmente cuando el límite entre fenómeno y el contexto no puede ser claramente especificado (Runeson, Höst, Rainer, & Regnell, 2012). El caso de estudio es especialmente útil cuando el interés está centrado más en aspectos organizacionales que técnicos (Benbasat, Goldstein, & Mea, 1987). Además, tal y como proponen algunos autores, como Flyvbjerg (2006), la validez de los resultados obtenidos de la ejecución de casos de estudio cualitativos no es inferior a la que se pudiera encontrar para cualquier otro método de investigación, sea éste cualitativo o cuantitativo. Los casos de estudio se consideran también apropiados para demostrar la validez de un estudio y extraer generalizaciones (Myers, 1994; Walsham, 1995). Aunque no generan los mismos resultados sobre, por ejemplo, relaciones causales como los experimentos controlados, si proveen una profunda comprensión del fenómeno bajo estudio (Runeson & Höst, 2008).

La aproximación al problema planteado incluye tres fases que se describen en el Capítulo 7 de esta tesis y se muestran en la Figura 6.1.

La primera fase tiene como objetivo examinar la adopción de modelos SPI, las limitaciones en la adopción de modelos SPI y la facilitación de modelos SPI. A partir de ahí se identifican los factores que deben tomar en cuenta en el marco y las mejores prácticas de los estándares internacionales que pueden ser factibles de aplicación en el contexto antes identificado. Esto se basa en:

- Una extensa revisión de la literatura para algunos temas aplica una revisión sistemática
- Evidencia empírica recogida mediante entrevistas y estudiada a través de un análisis cualitativo, y
- Décadas de práctica profesional en este ámbito por parte de la autora de la tesis.

En la segunda fase, observando los hallazgos de la primera fase se lleva a cabo el diseño del marco mediante las dos actividades siguientes:

- Caracterización del proceso de desarrollo de software en entornos microempresa. El cual contempla:
  - Una propuesta del ciclo de vida del proceso de desarrollo de productos de software con indicación de los roles y sus competencias.
  - Especificación de roles necesarios para el desempeño de las tareas correspondientes a cada fase del ciclo de vida propuesto.
  - Determinación de niveles de competencia de cada uno de los roles asociados a las fases del ciclo de vida propuesto.

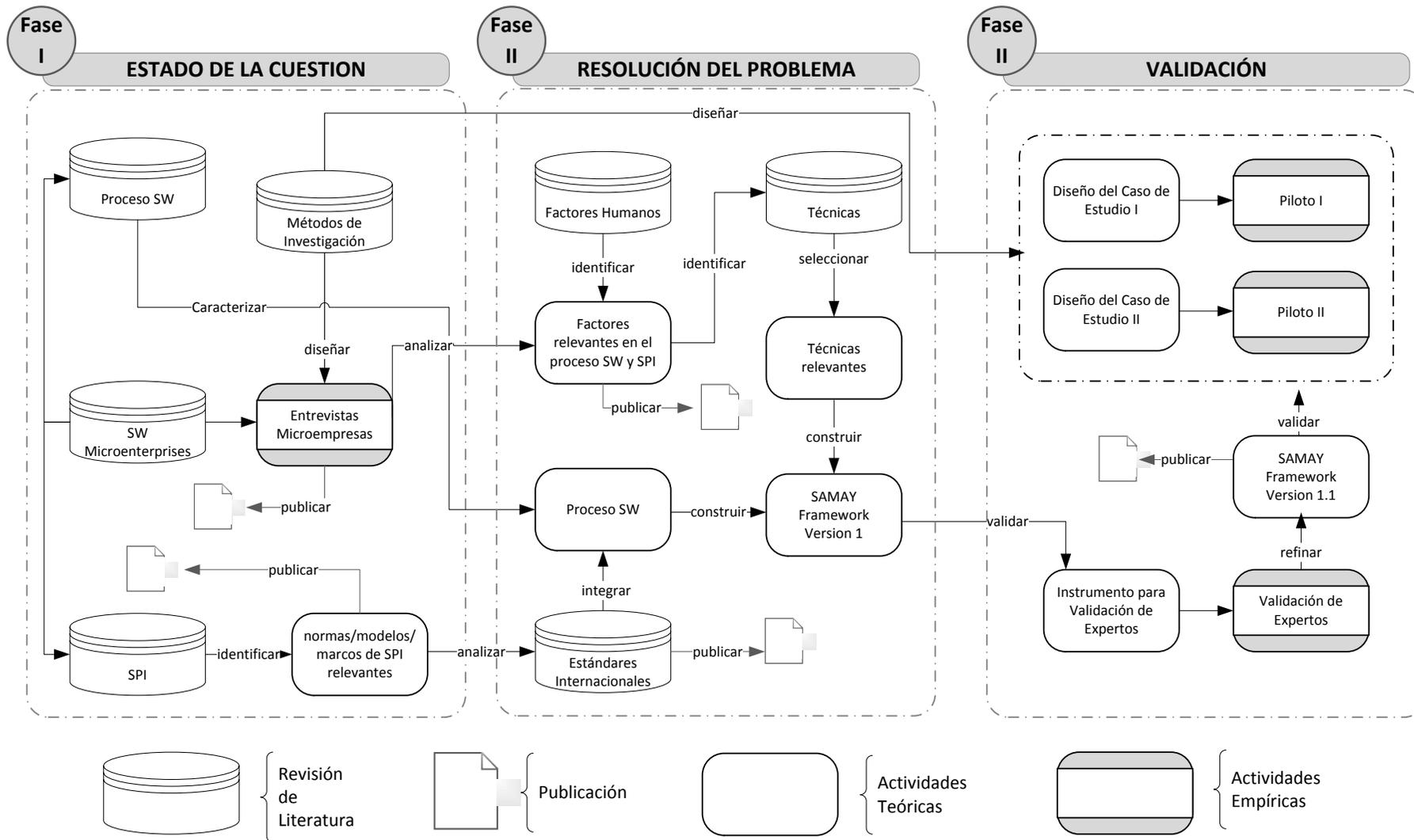


Figura 6.1. Vista holística de las actividades de investigación

- Identificación de los factores que deben ser incorporados mediante técnicas asociadas a cada elemento del proceso de desarrollo propuesto, en el cual se incluya:
  - La especificación de cada técnica propuesta.
  - Un proceso de implantación capaz de adaptarse a las características y necesidades de las microempresas objeto del estudio.
  - Un conjunto de artefactos que ilustren las técnicas y sean capaces de apoyar su implantación.
- Definición de elementos de apoyo a la adopción del marco propuesto.

Una vez que se ha definido la primera propuesta del marco, se articula la tercera fase que corresponde a la validación del marco, la cual se incluye en el Capítulo 9 de este documento y contempla las siguientes actividades.

- Evaluación de expertos con el propósito de evaluar la validez general de la propuesta como resultado se integran mejoras producto de la retroalimentación recibida de parte de los expertos.
- Caso de Estudio, se realiza la implementación del marco en un entorno microempresa. Se intenta demostrar la capacidad del marco para ser agnóstico a la metodología de desarrollo de software y al ámbito de negocio. La información cualitativa se analizará para adquirir experiencia y conocimiento sobre el despliegue del marco.

Considerando que el marco está sólidamente sustentado en una revisión crítica y sistemática de la literatura y que esta validada con el apoyo de expertos, se puede afirmar que el marco aprovecha de las buenas prácticas existentes en la actualidad y las complementa, incluyendo técnicas recogidas de otras disciplinas tales como la gestión y la psicología. En relación a la gestión, dado que las microempresas están enfocadas en sobrevivir (Clarke & O'Connor, 2013; O'Connor & Laporte, 2014) se incorporan aspectos relativos a la oportunidad de negocio y su negociación. En relación a la psicología, aspectos como evaluación de la personalidad y modelo de flujo, por citar algunos de los tópicos más próximos al tema investigado, son ámbitos de actuación que el marco reconoce e incorpora.

### **6.3 Limitaciones a la validez**

Como se mencionó anteriormente, con el fin de alcanzar varias de las ventajas obtenidas desde enfoques cualitativos y cuantitativos, se encontró pertinente un método mixto para investigar los aspectos de los fenómenos complejos identificados en el planteamiento del problema. Para consolidar el rigor y la validez de sus resultados, este estudio utiliza una metodología de triangulación con una estrategia de diseño incremental. De acuerdo con (Denzin & Lincoln, 2011), este estudio contempla los siguientes tipos de validez: credibilidad (validez interna en la investigación cualitativa), transferibilidad (validez externa en la investigación cualitativa) y confirmabilidad (validez de las conclusiones en la investigación cualitativa). Para asegurar la credibilidad de los resultados, se utiliza múltiples perspectivas para interpretar los resultados. Además, se utiliza entrevistas semiestructuradas, que es una técnica de recolección de datos que permite libremente seguir los temas emergentes de manera conversacional, y revisiones de expertos. Este estudio aplica un enfoque de diseño exploratorio secuencial para combinar las observaciones teóricas con datos empíricos recogidos de la población objetivo. La validación de la solución está fundamentada en una teoría formal que es evaluada a través de estudios empíricos que se realizan mediante el método de caso de estudio. Además, se debe mencionar que todos los expertos participantes en este estudio tienen niveles similares de conocimiento y experiencia.

En cuanto a la transferibilidad que está relacionada con la generalización de los hallazgos de la investigación, se asumen dos posibles amenazas. La primera es el número limitado de casos

de estudio y participantes en cada uno. Aunque esta amenaza existe y dificulta la generalización de los resultados, también es cierto que el caso de estudio es lo suficientemente representativo para describir la aplicabilidad del marco. La segunda amenaza se basa en el hecho de que la muestra no se tomó al azar. Se supone que la generalización de los resultados no está garantizada, sin embargo el marco, el contexto y las condiciones de trabajo no son poco comunes, por lo que la replicación es posible en configuraciones semejantes. Más aún si consideramos que el reto de conseguir el acceso a las microempresas fue muy evidente durante el proceso de identificación de microempresas cuando se llevaron a cabo las entrevistas (Sánchez-Gordón & O'Connor, 2015), debido a que muchas microempresas de software están intensamente ocupadas y tal como se ha mencionado están dedicadas a sobrevivir. Por lo tanto su predisposición y disponibilidad para este tipo de investigación es muy limitada.

Por último, confirmabilidad es el grado en que los resultados pueden ser confirmados o corroborados por otros. Según Wester (2011), existen varios factores que pueden influir en los resultados tales como la exactitud de las notas de campo, resúmenes y notas teóricas, que proporcionan una "pista de auditoría" y la transparencia del sesgo de los investigadores. Para evitar este sesgo, se tiene dos investigadores que dirigen esta investigación y aseguran la calidad del estudio. Además se utiliza "guías" o listados que siguen el orden del proceso de investigación que, en general, incluyen con mayor o menor detalle aspectos de las fases de la investigación como: justificación, recogida de la información, presentación y análisis de los resultados, discusión y elaboración y difusión del informe final.

Así pues la validez está articulada en cada una de las fases del proceso de investigación adaptado en este estudio como se detalla en las siguientes cuatro actividades:

1. **Estudio exploratorio del proceso de software y la adopción de modelos SPI en entorno microempresa.** El objetivo de esta fase fue aplicar una entrevista en microempresas desarrolladoras de software (Sánchez-Gordón & O'Connor, 2015). Las microempresas fueron tres localizadas en Ecuador. Sus resultados se obtuvieron aplicando aspectos de *Ground Theory* y fueron contrastados con los resultados de otros estudios previos (Sánchez-Gordón et al., 2015). Lo cual apoyó la necesidad de tener novedosos mecanismos para alcanzar la integración de modelos SPI en este entorno.
2. **Diseño conceptual del marco propuesto.** En la actividad 1 se justificó la necesidad de un marco de trabajo, a partir de ahí el objetivo de la actividad 1 fue el diseño conceptual del marco propuesto en esta tesis doctoral. En este diseño se adoptó una estrategia concentrada en los artefactos, la cual previamente fue utilizada en el ámbito SPI por (Kuhrmann & Beecham, 2014). Con esta estrategia en mente se realizó la revisión y análisis de la literatura científica disponible en esta área. La revisión de la literatura se enfocó por un lado en los modelos SPI adoptados por PYMES, y por otro en las limitaciones y factores que afectan la adopción de modelos SPI. El análisis de la literatura permitió identificar varios marcos de referencia y prácticas en el ámbito de SPI en base a los cuales se definió los elementos incluidos en la presente propuesta.
3. **Evaluación externa de expertos en SPI.** El objetivo de esta fase es poner a juicio de un grupo de expertos el marco propuesto en la actividad 2. Las opiniones recogidas servirán para una vez analizadas de ser posible integrarlas en la propuesta.
4. **Implementación del marco definido en la presente tesis doctoral.** El objetivo de esta fase es doble:
  - Comprobar que la propuesta se puede adoptar en el entorno microempresa y que es posible alcanzar un cambio positivo en la efectividad de la comunicación y satisfacción en el trabajo en los miembros de un equipo de desarrollo de software. La aplicación del marco en un entorno productivo real permitirá conocer en qué

aspectos mejoran su situación actual. Esto implicará un seguimiento de las actividades, así como una toma de datos destinada a soportar el análisis de los resultados del marco propuesto.

- Evaluar las dificultades que existen al momento de la implantación del marco propuesto. El propósito es determinar que fases y técnicas son más útiles y sostenibles en primera instancia, y cuáles no, evaluando los motivos porque no son seleccionadas, y depurar el modelo eliminando o añadiendo técnicas que resulten útiles y atractivas dentro del entorno microempresa.

Siguiendo con el enfoque descrito y dado que los datos del caso de estudio son primordialmente de naturaleza cualitativa, se ha hecho necesaria la triangulación de datos como una medida para incrementar precisión en la presente investigación. La triangulación es una técnica que no sólo garantiza la validez de un estudio mostrando que sus conclusiones no dependen del modo utilizado para recolectar y analizar los datos, sino que también permite enriquecer las conclusiones, otorgar mayor confiabilidad, mayor nivel de precisión y contrastar la consistencia interna del estudio (Dubé & Paré, 2003). Triangulación significa tomar diferentes ángulos hacia el objeto de estudio y por lo tanto, proporcionar un panorama más amplio, siendo los cuatro tipos de triangulación más utilizados los siguientes (Runeson et al., 2012):

- **De datos**, utilizando más de una fuente de datos o la recogida de los mismos datos en diferentes ocasiones.
- **Observación**, utilizando más de un observador en el estudio.
- **Metodológico**, combinación de diferentes tipos de métodos de recopilación de datos, por ejemplo, métodos cualitativos y cuantitativos.
- **Teoría**, utilizando teorías o puntos de vista alternativos

Considerando lo anterior, para esta investigación, la triangulación que se realizó fue principalmente por *datos* (fuentes para la recogida de evidencias sobre un mismo propósito, como: personas, informes y documentos, logs de herramientas, notas de campo, actas de reuniones y e-mails.), *metodológico* (diferentes técnicas de recogida de datos, como son: observación, recogida de evidencias, encuestas y entrevistas) y *teoría* (análisis de diversos marcos de referencia en el ámbito de SPI).

La validez y el rigor de los resultados obtenidos se mejora utilizando un *protocolo*, definido y repetible, para la realización del caso de estudio (Brereton, Kitchenham, Budgen, & Li, 2008), y el uso de técnicas que permiten la validación de los datos obtenidos (Creswell, 2009). El protocolo del caso de estudio es un contenedor para las decisiones de diseño en el estudio de caso, así como procedimientos de campo para su realización a través del tiempo (Runeson & Höst, 2008). En consecuencia el protocolo aumenta fiabilidad del caso de estudio. En este mismo sentido, se debe crear una base de datos para almacenar la información recogida (Yin, 2009). Estas tácticas también son adoptadas en el presente trabajo de investigación. Adicionalmente a las técnicas de triangulación, la validez, fiabilidad y objetividad (Kiely, Butler, & Finnegan, 2010) se abordaron a través de: (a) la *participación prolongada* y la *observación persistente* (Onwuegbuzie & Leech, 2006) y (b) controles para que los miembros del equipo puedan proporcionar posterior *retroalimentación* sobre los hallazgos de la investigación y que los participantes clave revisen el borrador del informe del caso de estudio (Patton, 1990; Yin, 2009).

Lincoln y Guba (1985) citados en (Kiely et al., 2010) definen la participación prolongada y la observación persistente como:

- **Participación prolongada**, implica la realización de un estudio durante un periodo de tiempo suficiente para obtener una representación adecuada del tema bajo en estudio. Además, incluye la comprensión la cultura, establecer relaciones de confianza con los

participantes y la verificación de la información errónea derivada de anomalías introducidas por el investigador o los participantes.

- **Observación persistente**, El objetivo es enfocarse intensamente en identificar características, atributos y rasgos que son más relevantes para el fenómeno bajo investigación. Con el fin de participar en la observación persistente, el investigador debe ser capaz de separar observaciones relevantes de irrelevantes. Mientras la participación prolongada proporciona alcance, la observación persistente proporciona profundidad

Estas técnicas se aplican en la presente investigación durante la implementación del marco propuesto para realizar las observaciones con el fin de determinar el grado de impacto sobre los factores humanos y la utilización de las técnicas en cada una de las fases definidas en el marco.

Para asegurar la validez en el análisis de los datos y la generación de conclusiones pertinentes, se utilizarán las siguientes tácticas: visualización de datos, cadena de evidencia lógica y construcción de explicaciones.

- **Visualización de datos**, implica proporcionar al lector información resumida que de soporte a la racionalidad de la cadena de evidencia construida y los hallazgos encontrados (Dubé & Paré, 2003). Con este fin se construirá una tabla en la que se sintetice y agrupe la información de modo claro y conciso.
- **Cadena de evidencia lógica**, consiste en permitir a otros, revisor u observador, seguir la derivación de cualquier evidencia desde el inicio hasta el final de la realización del caso de estudio. Este proceso debe estar ligado a la recogida de datos y debe vincular las evidencias recogidas con las hipótesis establecidas de manera que reflejen cómo se ha determinado la consecución de las mismas (Yin, 2009). Por ello, a la hora de recoger los datos es especialmente importante tener siempre en mente las evidencias que pueden ayudar a apoyar o rechazar las proposiciones del investigador. En la presente investigación la construcción de la cadena de evidencia permitirá a otros investigadores seguir la secuencia establecida entre las evidencias, las hipótesis y las conclusiones. De modo que se puede también reconstruir el contexto en el que se obtuvo la evidencia y los criterios y técnicas utilizados para elegir esta evidencia y no otra.
- **Construcción de explicaciones**, se basa en aportar aclaraciones detalladas y razonadas de todas las afirmaciones y datos sobre el fenómeno, relacionando datos provenientes de diferentes fuentes y que soporten la misma afirmación. Su objetivo es analizar los datos del estudio, estableciendo así un conjunto de vínculos causales sobre los mismos (Yin, 2009). En la presente investigación se consideran explicaciones razonadas basadas en evidencias de diferentes fuentes, y se establece la relación entre las unidades de análisis.

En resumen, en la Figura 6.2 se presenta el diseño general del caso de estudio para validar la hipótesis de la investigación de la presente tesis doctoral. Aunque no se trata de un diseño de caso de estudio único podría serlo por ser revelador. El caso de estudio se diseña como embebido y se aplicará en el contexto microempresa para implantar el marco propuesto dentro del equipo de desarrollo considerando como unidades de análisis los roles de cada miembro del equipo. La fase de diseño iniciará con la preparación de un plan que guiará la ejecución del caso, incluyendo un protocolo con procedimientos. En la recogida de evidencias se utilizará el conjunto de técnicas cualitativas antes descritas para asegurar la validez y robustez de los resultados durante el análisis. Se nota que las técnicas de validación de datos están relacionadas con los procesos seguidos durante su análisis. El reporte de los resultados contempla un diseño acorde a la audiencia, profesionales e investigadores. Para garantizar la

rigurosidad y validez, además se incluyen como parte del proceso listas de verificación (*checklist*) para cada paso y se hacen consideraciones éticas. Todo esto permitirá verificar si las hipótesis planteadas en esta investigación son correctas.

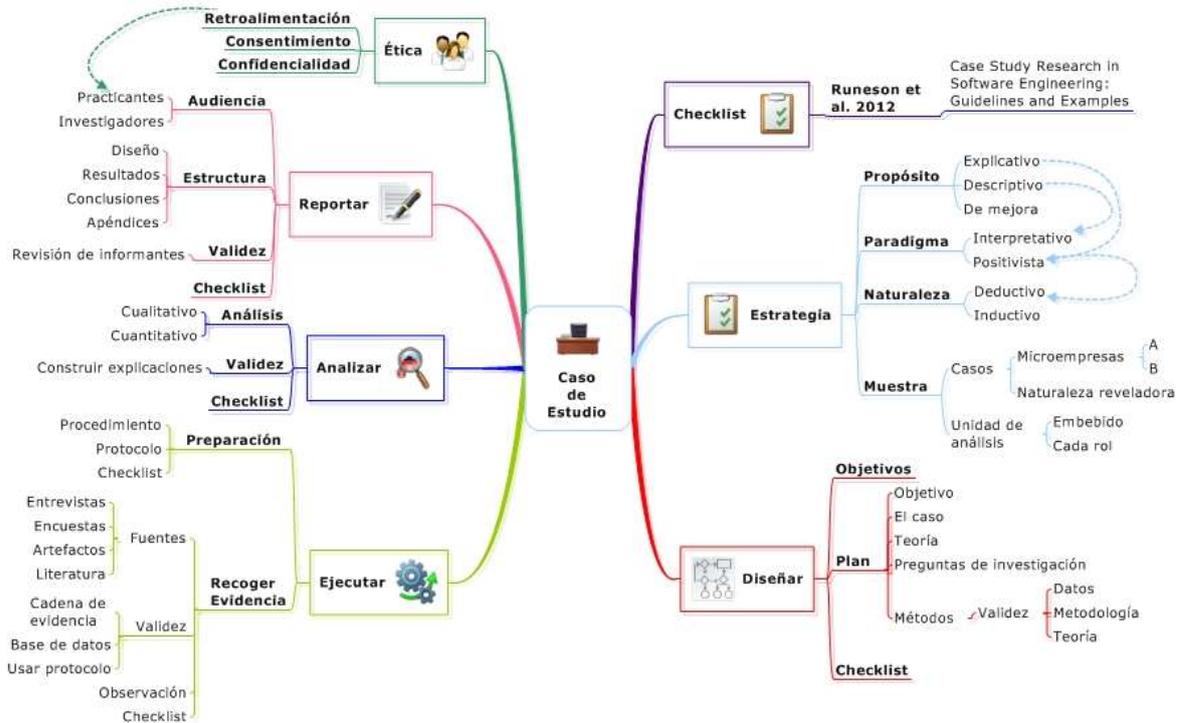


Figura 6.2. Diseño general del caso de estudio

Otra limitación de este estudio está relacionada con la confianza en los datos cualitativos, ya que todos los datos son derivados de entrevistas, grupos focales y encuestas se sabe que son propensos a prejuicios y/o intereses particulares. En este caso se hace énfasis en la neutralidad de los datos producidos, no en la neutralidad del investigador. Se propuso afrontar esta amenaza potencial a la validez usando tres estrategias. En primer lugar, las guías (checklists) utilizadas fueron revisadas por varios expertos en este ámbito y se organizaron debates con los supervisores de la investigación. En segundo lugar, para la primera fase se consiguió una perspectiva completa en cada empresa de las cuestiones entrevistando a su jefe de proyecto y llevando a cabo grupos focales con sus desarrolladores de software (desarrollador, probador, analista de negocios). En relación a los datos derivados de sus artefactos se notó que no se contradecían, sino que apoyaban y reforzaban los datos anteriores.

Un tema que no se aborda directamente es el tema intercultural del proceso de software y la mejora del proceso en acción (Niazi, Babar, & Verner, 2010) ya que diferentes países que poseen una cultura diferente pueden tener una distinta predisposición frente a los diversos niveles de formalidad en el proceso de implementación (Cater-Steel & Toleman, 2006). Sin embargo, existe la posibilidad de situar la comprensión de las prácticas de proceso y la práctica real de esta investigación en el contexto de estudios similares en otras ubicaciones geográficas (Sánchez-Gordón et al., 2015).

Por último, a manera de contextualización general se presentan dos tablas. En la Tabla 6.1 se muestra un resumen sobre las amenazas a la validez y las estrategias de mitigación adoptadas en este estudio. En cuanto al caso de estudio, en la Tabla 6.2, se listan las estrategias de mitigación para asegurar la validez y rigor de los resultados:

AMENAZAS	ASPECTO	ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN
<b>Confirmabilidad</b>	Exactitud de las notas de campo, resúmenes y notas teóricas y sesgo del investigador	Incorporar dos investigadores que; <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dirigen esta investigación, y</li> <li>• Aseguran la calidad del estudio</li> </ul> Guías para cada una de las fases de la investigación
	Sesgo en el análisis de los datos y la generación de conclusiones	Asegurar la validez en la ejecución del caso de estudio mediante: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Visualización de datos</li> <li>• Generación de cadena de evidencia lógica</li> <li>• Construcción de explicaciones.</li> </ul>
<b>Credibilidad</b>	Expertos	Niveles similares de conocimiento y experiencia
	Resultados	Alcanzar la neutralidad de datos cualitativos por medio de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de guías y protocolos</li> <li>• Varias perspectivas                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Personal bajo estudio ( Desarrolladores y Gestión)</li> <li>○ Artefactos</li> </ul> </li> </ul> Enfoque de diseño exploratorio secuencial que combina <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observaciones teóricas</li> <li>• Datos empíricos</li> </ul> Solución fundamentada en una teoría formal
<b>Transferibilidad</b>	Muestra limitada (casos y participantes)	Garantizar casos de estudio representativos en el contexto microempresa
	Muestra no al azar	Contexto y condiciones de trabajo no fuera de lo común
	Proceso de Software y su mejora en el ámbito intercultural	Situar la comprensión de las prácticas del proceso y la práctica real en contextos en otras ubicaciones geográficas

**Tabla 6.1. Resumen de Amenazas a la Validez**

ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN
Definición de protocolo y listas de verificación (checklists)
Triangulación por medio de <ul style="list-style-type: none"> <li>• Datos (uso de varias fuentes)</li> <li>• Metodológica (varias técnicas de recolección de datos)</li> <li>• Teórica (análisis de marcos de referencia)</li> </ul>
Aplicar durante la ejecución del caso de estudio <ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación prolongada</li> <li>• Observación persistente</li> </ul>
Asegurar la validez en la ejecución del caso de estudio mediante: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Visualización de datos</li> <li>• Generación de cadena de evidencia lógica</li> <li>• Construcción de explicaciones.</li> </ul>

**Tabla 6.2. Resumen de estrategias de mitigación de la validez y rigor del diseño de caso de estudio**

## 7. Resolución del problema

En este capítulo se presenta el enfoque general para establecer un marco para la integración de modelos SPI en entornos microempresa, se incluyen los detalles del proceso para seleccionar los marcos de referencia y técnicas que potencian los factores humanos en los cuales se basa esta propuesta.

### 7.1 Examinando la adopción de modelos SPI

Mientras otras industrias han acordado un conjunto de mejores prácticas, actualmente la industria de software no tiene prácticas universalmente aceptadas (Jones, 2008; Sánchez-Gordón, Colomo-Palacios, de Amescua Seco, & O'Connor, 2016). Como ya se mencionó en el capítulo 2, existe una amplia variedad de enfoques (metodologías/métodos/técnicas) de SPI que no están siendo ampliamente adoptados por ende su influencia en la industria del software sigue estando mucho más a un nivel teórico que a un nivel práctico. Para una mejor comprensión sobre este tema que permita desarrollar una visión general de los enfoques SPI más relevantes en la literatura científica sobre PYMES, se llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura (RSL) basado en las guías de Kitchenham y Charters (2007). Una vez revisada la literatura sobre RSL para objetivos de investigación similares, se identificó que no existía ninguna publicación previa sobre el tema. A partir de un conjunto primario de publicaciones se buscó manualmente los enfoques SPI y sus referencias. Esta revisión inicial reflejó 40 enfoques SPI a ser explorado en este estudio. Para esta búsqueda primaria, se identificaron cinco contribuciones importantes en el estudio de este ámbito (véase Tabla 7.1), que Posteriormente sirvieron como valores de control.

REFERENCIA	RESUMEN
(Laporte, Renault, et al., 2008)	Técnicas y Casos de Estudio de mejora de procesos de software para pequeñas y medianas empresas.
(Pino et al., 2008)	Revisión Sistemática de la mejora de procesos de software en PYMES.
(Mishra & Mishra, 2009b)	Estudio Comparativo de la mejora de procesos de software en PYMES.
(Sulayman & Mendes, 2011)	Revisión sistemática de la mejora de procesos de software en PYMES de dedicadas al desarrollo Web.
(Valtierra et al., 2013)	Caracterización de las necesidades de mejora de procesos de software en PYMES.

**Tabla 7.1. Contribuciones importantes en el estudio de SPI en PYMES**

A continuación, se adaptó un protocolo para describir el plan para la RSL. El protocolo incluye antecedentes de investigación, preguntas de investigación, estrategia de búsqueda, criterios y procedimientos de selección del estudio, extracción de datos y estrategias de síntesis de datos para asegurar que el estudio se lleve a cabo según lo planeado y reducir la posibilidad de sesgo de búsqueda. A continuación, se describe brevemente la implementación de cada paso seguido.

La pregunta de investigación es triple:

1. ¿Cuál es el impacto de los enfoques SPI en la literatura científica?
2. ¿Cuál ha sido la evolución de los enfoques SPI?
3. ¿Qué tendencias de investigación se revelan a partir de la revisión sistemática de los enfoques SPI?

Las palabras clave utilizadas para encontrar una respuesta a las preguntas de investigación fueron el nombre del enfoque SPI (por ejemplo, MOPROSOFT, IDEAL, CMMI), que se tomaron

de la lista predefinida (40 enfoques): “software process improvement”, “software process”, “sme”, and “small company”. A veces, fue necesario incluir el nombre del enfoque con el fin de limitar la búsqueda. Por ejemplo, las cadenas de búsqueda resultantes fueron: MOPROSOFT, (IDEAL) y (CMMI) y (software process), (CMMI) y (software process) y (SME o small company). Las cadenas de búsqueda se aplicaron sobre las siguientes fuentes: IEEE, ACM, ScienceDirect, Wiley Online Library y Springer Link. El proceso de búsqueda incluyó: i) seleccionar la cadena de búsqueda; ii) seleccionar una fuente y iii) aplicar cada cadena de búsqueda. Una vez que se obtuvieron los resultados de la búsqueda, se hizo una lista de estudios relevantes basados en títulos, resúmenes, conclusiones, referencias y palabras clave. Con los conjuntos de resultados disponibles, se combinaron todos los resultados y se utilizaron como base para el análisis de los datos. Cuando la relevancia no era concluyente, se incluyó la referencia dejando abierta la posibilidad de descartar la publicación durante la segunda fase cuando se estudió el texto completo de los trabajos. A veces, otros estudios fueron identificados e incluidos debido a su relevancia. Después de esto, cada artículo completo fue recuperado, leído y analizado para verificar su inclusión o exclusión (ver Tabla 7.2), la razón para ello fue debidamente documentada. Además, se realizó un enfoque de *test-retest* y re-evaluación de una muestra aleatoria de los estudios primarios. Finalmente, se identificaron los estudios primarios.

INCLUSIÓN	EXCLUSIÓN
Estudios escritos en inglés o español	Estudios que no están escritos en los idiomas especificados
Estudios explícitamente relacionados con cada enfoque de SPI	Estudios que no son relevantes para el tema
Estudios realizados en el contexto de las PYME	Estudios realizados en el contexto de las PYME

**Tabla 7.2. Criterios de inclusión y exclusión**

Los datos extraídos de cada publicación se documentaron en una hoja de cálculo y se mantuvieron en un gestor de referencia. Además, se hicieron mapas mentales de las características de cada iniciativa para comprender las relaciones entre ellas. Después de la identificación de los documentos, se extrajeron los siguientes datos: i) Fuente (revista o conferencia), ii) título, iii) autores, iv) año de publicación, v) pertinencia (definida durante el análisis posterior), vi) características del enfoque SPI, y vii) comentarios de la investigación, incluidas las preguntas que se resolvieron. Las búsquedas de esta RSL se llevaron a cabo desde diciembre de 2014 hasta enero de 2015. Un total de 1.825 estudios se encontraron de todas las fuentes sobre la base de las cadenas de búsqueda definidas. Se seleccionaron 90 estudios primarios basados en los criterios de inclusión / exclusión. La Tabla 7.3 presenta los resultados de la búsqueda y la fuente de los documentos. Los resultados de la revisión se discuten en las subsecciones siguientes.

Fuente	# publicaciones
Wiley Online Library	315
ScienceDirect	474
ACM Digital Library	209
IEEE Digital Library	152
SpringerLink	675
Número de publicaciones	1825
Selección por resumen	297
<b>Selección por texto completo (sin duplicados)</b>	<b>90</b>

**Tabla 7.3. Resumen de publicaciones por fuente**

Con relación a la primera pregunta sobre el impacto de los enfoques SPI, se evidencia como los enfoques más relevantes y recientes son (21): un novel estándar (ISO/IEC 29110), trece de los más reconocidos modelos y métodos, entre los que destacan iFlap, OWPL y Mares por sus recientes publicaciones, cinco bien conocidos frameworks - MoProSoft, COMPETISOFT, MPS.BR, ITMark, Tutelkan - y dos técnicas, Pisko y su extensión LAPPI (véase Tabla 7.4). Cabe mencionar que Aspe/Msc y Adept también han sido extendidos (Aspe/Msc-Aspei/Msc y Adept–Automotive/Adept). Se distribuyen de la siguiente manera: marcos de trabajo (40%), modelos/métodos (33%), estándares (20%) y técnicas (7%). Se puede ver que se ha dedicado mucho esfuerzo a desarrollar marcos y modelos/métodos.

TIPO	INICIATIVA SPI	#	%
<b>Estándar</b>	ISO/IEC 29110*	18	20
<b>Modelo y/o Método</b>	iFlap, OWPL, MARES, EPA, Adept**, Impact, Mesopyme, ASPE/MSC***, Processus, SPM, RAPID, XPMM Model, Agile SPI	30	33
<b>Marcos de trabajo</b>	MoProSoft, COMPETISOFT, MPS.BR, ITMark, Tutelkan	36	40
<b>Técnica</b>	Pisko – LAPPI	6	7

\* Incluye al modelo UP-VSE, \*\* incluye Automotive/Adept, y \*\*\* incluye ASPEI/MSC

**Tabla 7.4. Iniciativas SPI relevantes en el ámbito PYME**

Como se muestra en la Tabla 7.5, los marcos de referencia se han generado desde 2005. En este segmento, cabe destacar que el 50% de las publicaciones en 2007 son de MPS.BR. En 2010, un hecho importante a considerar es el surgimiento del estándar ISO/IEC 29110 reflejada en el 38% de los trabajos publicados ese año. Esto muestra que el 80% de los artículos fueron publicados a partir de 2006 y el restante (20%) fue publicado en los siete años anteriores, lo que significa que hay un creciente interés en este campo.

TIPO	1997	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Marco							2	2	7	2	5	7	3	4	1	3
Modelo /Método	1	1	4	3		2	2	4	2	4	2	1	1	1	2	
Estándar										1		5	1	2	3	6
Técnica				1	1	1			1	1					1	

**Tabla 7.5. Publicaciones por año**

También es importante remarcar que se encontraron escasas publicaciones sobre algunos de los modelos/métodos más citados en la literatura encontrada: Impact (1), Mesopyme (1), Processus (2), Spm (2), Xpmm (2) y Rapid (3). No hay evidencia clara de su evolución después del año 2006. Adept (2) y Aspe-msc (2) se encuentran en una situación similar después del 2009. Asimismo, Epa tiene 5 publicaciones, pero la última fue en el 2009. Agile SPI tiene un papel publicado en el 2010, que fue tomado de las referencias encontradas en el modelo de Competisoft. En consecuencia, hay 10 enfoques SPI que evidencian trabajo en curso real (ver Tabla 7.6), lo cual satisface el 70% del total. Estas 10 iniciativas evidencian trabajos entre los años 2006 a 2015: tres modelos y/o métodos (iFlap, OWPL and MARES), 5 marcos de trabajo (MoProSoft, COMPETISOFT, MPS.BR, ITMark, Tutelkan) y la norma ISO/IEC 29110. Cabe notar que MoProSoft, COMPETISOFT y MPS.BR implementan sus propios modelos de referencia y evaluación, y proporcionan su propio mecanismo de certificación. Finalmente, aunque se mencionan dos técnicas se pueden agrupar en el mismo enfoque porque LAPPI extiende a Pisko.

INICIATIVA	TIPO	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total
ITMARK	Marco									1	1
IFlap	Método			1					1		2
Tutelkan	Marco					1	1				2
Owpl	Método			1				1	1		3
Mares	Método	2					1				3
Pisko-Lappi	Técnica		1	1					1		3
MoProSoft	Marco		1	1		1		2	1	1	7
Competisoft	Marco		1	1	4	3	2	1			12
MPS.Br	Marco	2	5		1	2		1		1	12
ISO/IEC 29110	Estándar			1		5	1	2	3	6	18
<b>Total</b>											<b>63</b>

Tabla 7.6. Iniciativas SPI actuales

En lo que respecta a la adopción de los 10 enfoques de SPI, a finales de 2013, después de 10 años, el MPS-SW de MPS.Br superó las 500 evaluaciones en empresas ubicadas en las cinco regiones de Brasil, Y medianas empresas. La técnica LAPPI ha evolucionado a través de 42 casos industriales realizados durante 1999-2011 en 31 empresas diferentes. El sitio web oficial de ItMark señala una lista de 155 empresas certificadas en 17 países de todo el mundo. De acuerdo con NYCE, más de 400 organizaciones han sido evaluadas bajo la norma NMX-I-059/02-NYCE, más conocida como Moprosoft, y hay 11 empresas certificadas bajo el perfil básico de la norma ISO/IEC 29110. Los trabajos seleccionados sobre Competisoft describen algunos estudios de caso y 5 empresas certificadas en Perú. En 2008, Owpl informó de una experiencia relacionada con 93 evaluaciones de 86 organizaciones diferentes en 3 países (Valonia, Quebec y Francia). Por último, los trabajos seleccionados sobre Mares, Tutelkan, iFlap muestran pocos estudios de caso realizados para validar su propuesta. En relación a la segunda pregunta planteada, el proceso de desarrollo y cambio ha sido gradual y creciente dando lugar a una progresión de los enfoques SPI. Si se considera la tercera pregunta acerca de las tendencias de investigación a partir del número de publicaciones, se nota que últimamente hay un creciente interés por el estándar ISO/IEC 29110 que supera los otros tipos de iniciativas (modelos/métodos, técnicas y marcos). Sin embargo, las otras iniciativas han dado experiencia y conocimiento en el campo de SPI por lo que su utilidad se extiende a los profesionales e investigadores. De hecho, la esta distribución también muestra que MPS.Br, Moprosoft y Competisoft corresponden a más del 50% de las publicaciones, lo cual está en concordancia con los datos de adopción antes mencionados. Los enfoques SPI han evolucionado a través de las colaboraciones entre la academia y la industria de software durante 1997-2014 en diferentes tipos de PYME en todo el mundo. Sin embargo, las iniciativas SPI se encuentran principalmente en Europa y América, donde se nota un gran apoyo del gobierno local para estas iniciativas, siendo además un factor clave que afecta su difusión. Además, el desarrollo de mecanismos tales como herramientas automatizadas o paquetes de despliegue para facilitar la implementación de las iniciativas es importante y necesario para lograr su adopción entre las PYMES.

Finalmente la Figura 7.1 presenta las iniciativas SPI y las relación que tienen con los estándares internacionales CMMI, ISO/IEC 12207, ISO/IEC 15504<sup>7</sup> and ISO 9001.

<sup>7</sup> Se mantiene la referencia ISO/IEC 15504 debido a que los trabajos incluidos así lo citan, no obstante se nota que ahora es parte de la serie 33000

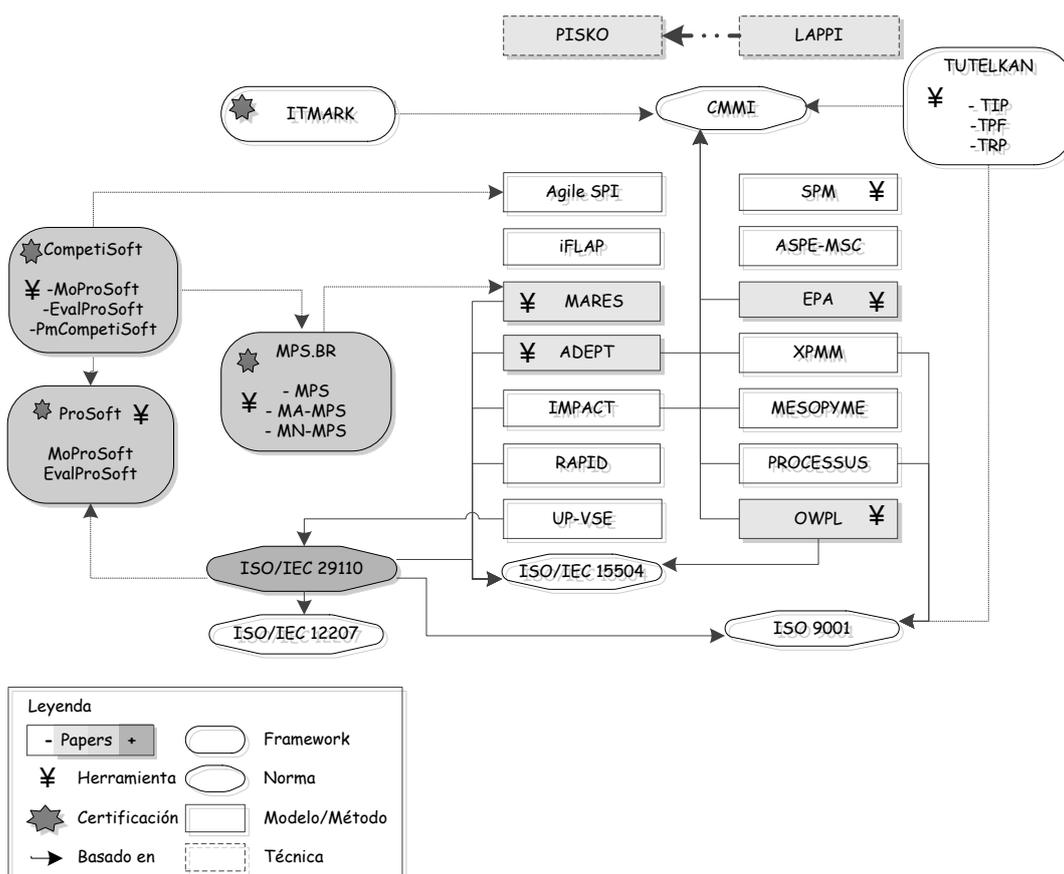


Figura 7.1. Iniciativas SPI identificadas en el ámbito PYME

Además, se han encontrado nuevos enfoques, como el modelo ArSPI, que por su naturaleza podría ser más relevante en los próximos años. Esto significa que persiste la necesidad de encontrar mecanismos que les permitan a las pequeñas empresas incorporar la mejora de procesos en su labor diaria, teniendo en cuenta las limitaciones de la adopción que se describen en la siguiente sección.

## 7.2 Limitaciones en la adopción de modelos SPI

Cabe mencionar que el desarrollo de las iniciativas antes mencionadas (véase Tabla 7.4) se ha enfocado en estudios previos sobre los factores de éxito y las limitaciones en la adopción de modelos SPI. A pesar de ello, se presentan dificultades durante la implementación de los procesos, debido a que las organizaciones cuando van a implementar los procesos, en su mayoría, están enfocadas en resolver los aspectos técnicos y dejan de lado otros factores relacionados con los aspectos sociales (Bayona, Calvo-Manzano, Cuevas, & San Feliu, 2010). De hecho, para la mayoría de los profesionales de software, los factores humanos todavía son considerados marginales y tratados con sentido común (Capretz, 2014), específicamente los factores relacionados con las personas, que son las que ejecutan las actividades.

A continuación se presenta el resumen de las limitaciones que la revisión sistemática realizada por (Valtierra et al., 2013) recoge en seis grupos: Organización, Recursos Financieros, Procesos, Proyectos, Modelos y Estándares.

- **Organización:** (1) Existe una alta dependencia de los clientes; (2) Desconocen la importancia que tiene el proceso de desarrollo sobre la calidad del producto

- **Recursos Financieros:** (1) No cuentan con suficiente capital económico para invertir en SPI; (2) Dependen del apoyo externo para implementar una mejora de procesos.
- **Recursos Humanos:** (1) Carecen de personal, el número de sus empleados es el mínimo indispensable; (2) No hay roles definidos, los empleados realizan varias funciones; (3) Los empleados carecen de conocimiento sobre los modelos y/o estándares SPI.
- **Procesos:** (1) No tienen definidos procesos, el desarrollo de software es artesanal; (2) Es muy costoso implementar SPI y arrojar sus resultados.
- **Proyectos:** (1) Tienden a trabajar en proyectos muy pequeños, los cuales conllevan poco tiempo para su realización; (2) La implementación de un proceso requiere mucho tiempo; (3) Implementan una mejora de procesos porque los clientes lo exigen.
- **Modelos y Estándares:** (1) Tienen poca o ninguna experiencia en la adopción de modelos y estándares SPI y métodos de evaluación; (2) Se tienen que adecuar al modelo y/o estándar que se va a aplicar; (3) Es muy difícil adoptar un modelo y/o estándar SPI para alcanzar los objetivos y visión de la organización.

En relación a los factores de éxito en la implementación de iniciativas SPI en el ámbito de las PYMES, existe un marco de trabajo enfocado en organizaciones dedicadas al desarrollo web (Sulayman, Mendes, Urquhart, Riaz, & Tempero, 2014) que respalda los hallazgos que por medio de su investigación de la literatura Muñoz et al. (2012) resumen en los siguientes cuatro grupos de factores: Organización, Personal, Procesos y SPI.

- **Organización:** (1) Disponibilidad de recursos (2) Mecanismos eficientes de comunicación.
- **Personal:** (1) Compromiso de involucrados y alta gerencia (2) Participación de involucrados (3) Entrenamiento en procesos y SPI.
- **Procesos:** (1) Suficiente frecuencia de evaluación.
- **SPI:** (1) Orientar el programa SPI (2) SPI Basado en necesidades reales (3) Usar un enfoque incremental (4) Proveer apoyo y/o infraestructura (5) Seleccionar un adecuado modelo/estándar de referencia.

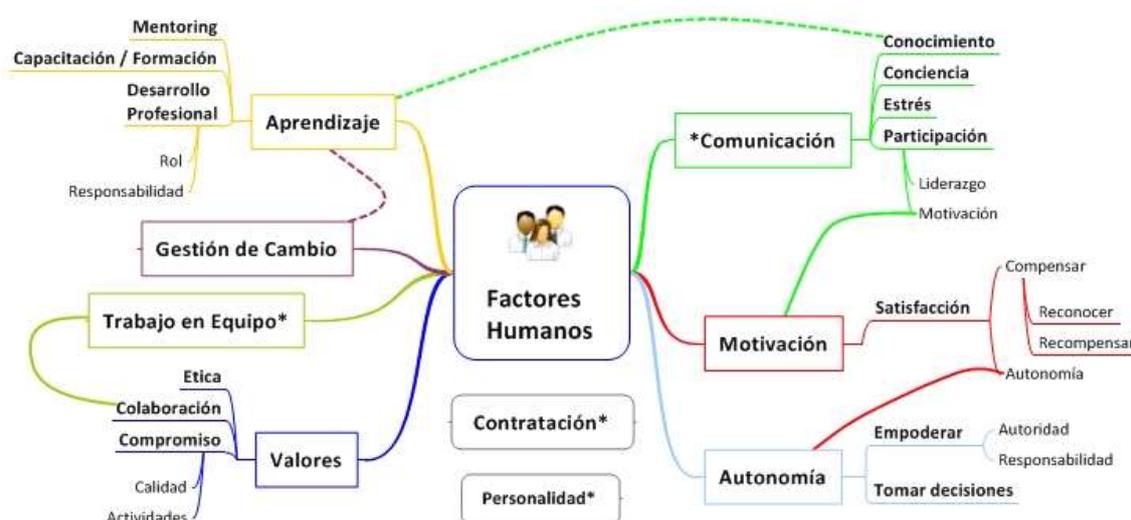
Cabe notar que existe otra revisión sistemática de la literatura en este campo de estudio pero que no está enfocada en PYMES (Bayona et al., 2012), que indica que algunos de los factores más relevantes son: el compromiso, alineamiento con los objetivos y estrategia de negocios, entrenamiento, comunicación, recursos, habilidades, gestión de la mejora y participación del personal. Lo cual respalda los hallazgos antes mencionados por (Muñoz et al., 2012) en los grupos de Organización y Personal. Sin embargo, comprender como tratar exitosamente con aspectos humanos y técnicos en iniciativas SPI es desafiante (Viana et al., 2012). El software es un producto derivado de las actividades humanas que incorpora capacidades de resolución de problemas, aspectos cognitivos y la interacción social (Capretz, 2014). Los aspectos técnicos no son suficientes para garantizar el éxito de una actividad, los factores humanos afectan la efectividad de iniciativas SPI.

Por lo tanto, en este trabajo de investigación se llevó a cabo una revisión de la literatura acerca de los factores humanos. Como resultado se identificó cinco publicaciones (véase Tabla 7.7) a partir de las cuales se hace un análisis más detallado de estos factores. La Tabla 7.8 presenta el análisis comparativo entre ellas, el SPI Manifiesto - personas y cambio -, estándar ISO 10018, y tres estudios que considerando todo el proceso de desarrollo profundizan en la investigación del factor humano en la mejora del proceso de software (Bayona et al., 2010; Matturro & Saavedra, 2012; Viana et al., 2012).

REFERENCIA	RESUMEN
(Pries-Heje & Johansen, 2010)	Principios y valores presentados en el SPI Manifesto
(ISO, 2012)	Directrices para la participación activa y la competencia de las personas
(Bayona et al., 2010)	Taxonomía de factores críticos para el despliegue de procesos de software
(Viana et al., 2012)	Resultados de la investigación cualitativa y comparación de estudios previos acerca de la influencia de los aspectos humanos en la mejora de procesos de software
(Matturro & Saavedra, 2012)	Considera People CMM para la gestión de factores que afectan la mejora de procesos de software

**Tabla 7.7. Contribuciones importantes en el estudio de factores humanos y SPI**

Por un lado, SPI Manifesto resume lo que es importante para SPI en tres valores, diciendo que es inherente al *cambio* y destacando que se debe involucrar activamente a las *personas* y afectar sus actividades diarias, y que es lo que haces para tener éxito en tu *negocio*. Sin embargo como se evidencia, el valor del negocio no tiene una relación directa con los factores humanos debido a que indica que la mejora de procesos debe estar orientada a los objetivos reales de la organización, adaptándose a sus necesidades y comprendiendo el cómo y por qué en la gestión. Por otro lado, la norma ISO 10018 (ISO, 2012) proporciona las directrices para la participación activa y la competencia de las personas en la gestión de la calidad. Cabe notar, que los autores de esta norma señalan que es aplicable a cualquier organización independientemente de su tamaño, tipo y actividad. De esta forma, este organismo internacional reconoce que los factores humanos pueden tener una influencia significativa en la interacción con los sistemas de gestión y su funcionamiento. Su enfoque es guiar la gestión de la participación y desarrollo del personal, considerando los factores humanos (comunicación, liderazgo, empoderamiento, compromiso, actitud y motivación, redes de contacto, reconocimiento y recompensa, trabajo en equipo, educación y aprendizaje, creatividad e innovación, toma de conciencia, responsabilidad y autoridad, contratación) que impactan los sistemas de gestión de la calidad, desde la perspectiva de la necesidad del desarrollo de “Competencias”, definiéndola como la habilidad demostrada para aplicar los conocimientos y habilidades y lograr los resultados deseados. La cual puede ser afectada por el ambiente de trabajo con variables tales como presiones, actitud, relaciones y conflictos.



**Figura 7.2. Factores Humanos relacionados con iniciativas SPI**

SPI MANIFESTO		ISO 10018	LITERATURA		
(Pries-Heje & Johansen, 2010)		(ISO, 2012)	(Viana et al., 2012)	(Bayona et al., 2010)	(Matturo & Saavedra, 2012)
<b>PERSONAS</b>	Conocer la cultura y enfocarse en las necesidades				
	Motivar a todas las personas involucradas	— Comunicación		— Participación del personal	— Participación de las personas
		— Liderazgo	— Liderazgo	— Comunicación	— Comunicación
		— Empoderamiento <sup>8</sup>	— Toma de decisiones	— Liderazgo*	— Liderazgo*
		— Compromiso		— Empoderamiento*	— Autonomía
		— Actitud y motivación	— Motivación — Satisfacción laboral — Estrés en el trabajo	— Compromiso — Alineamiento con la estrategia de negocio y objetivos	— Compromiso de la alta gerencia*
		— Redes de contacto		— Motivación*	
		— Reconocimiento y recompensa			— Compensaciones — Desarrollo de carrera
		— Trabajo en equipo			— Grupo de Trabajo dedicado a SPI
	Crear una organización del conocimiento	— Educación y aprendizaje	— Formación — Aprendizaje	— Formación — Mentoring — Habilidades	— Capacitación y Mentoring — Habilidades, Conocimientos Experiencia
— Creatividad e innovación					
Establecer la mejora en la experiencia y mediciones					
<b>CAMBIO</b>	Gestionar el cambio organizacional como parte del esfuerzo de mejora			— Gestión de cambio	
	Asegurar que todos los involucrados entienden y están de acuerdo con el proceso	— Toma de Conciencia	— Percepción	— Toma de conciencia*	— Conciencia y percepción de los beneficios de SPI
		— Responsabilidad y autoridad		— Roles y responsabilidades	
		— Contratación	— Selección del personal — Personalidad		
Mantener el enfoque					

Tabla 7.8. Factores Humanos relacionados con iniciativas SPI

<sup>8</sup> (Otorgamiento de Autoridad)

\* Señala factores omitidos de los resultados finales por algún criterio de exclusión

La Figura 7.2 ilustra el contenido de la Tabla 7.8. En esta figura se nota que la **comunicación** es un elemento fundamental debido a que permite mantener a las personas informadas de las actividades y resultados obtenidos (Bayona et al., 2010; Matturro & Saavedra, 2012) y obtener **retroalimentación** para individuos o equipos (ISO, 2012). Sin embargo, la comunicación efectiva es necesaria para las personas dentro y fuera de la organización porque permite garantizar que trabajan con objetivos en común (ISO, 2012). En otras palabras, los gerentes deben comunicar la información clave y las expectativas a las personas y escuchar de forma continua sus opiniones sobre el rumbo actual. La comunicación interfuncional entre los grupos y entre las personas para compartir información podría hacerse utilizando una matriz, estableciendo **redes de contactos**. El trabajo en red promueve la transferencia de conocimientos e ideas (ISO, 2012). La difusión puede fortalecer la **toma de conciencia** (ISO, 2012; Matturro & Saavedra, 2012), fomentar la comprensión y el **conocimiento** compartido (ISO, 2012) mientras permite mitigar el **estrés en el trabajo** (Viana et al., 2012) cuando se hace frente a los temores de las personas y se evidencian malentendidos (Bayona et al., 2010). Además, al incrementar el conocimiento se aumenta el desempeño (ISO, 2012).

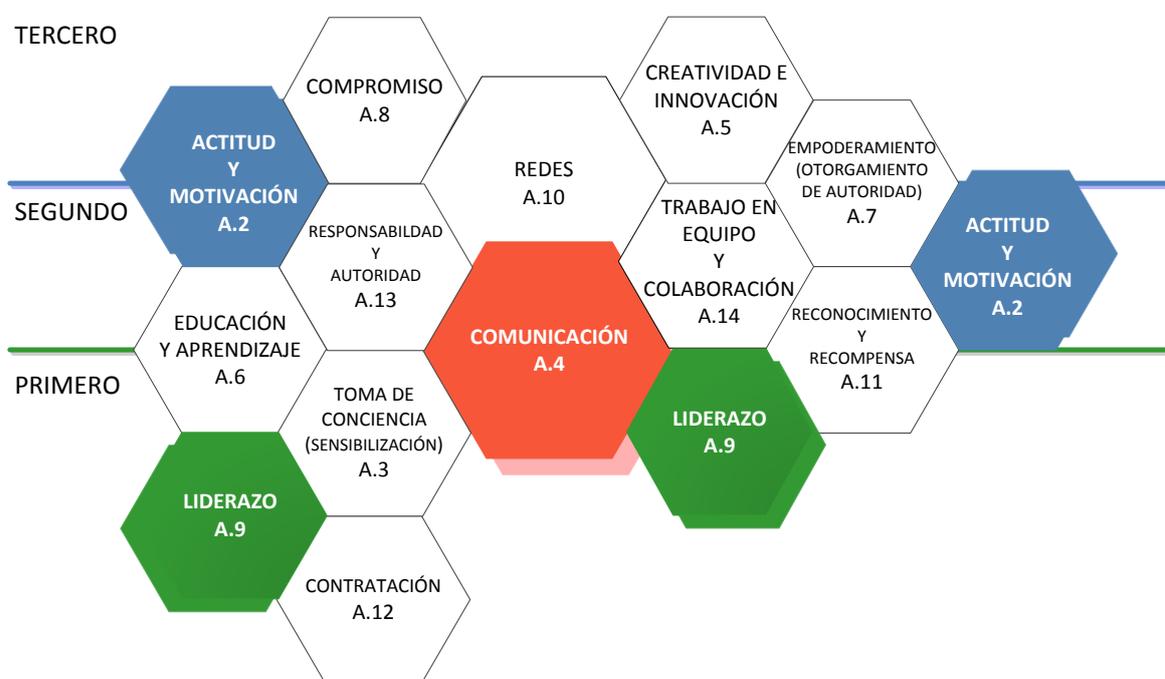
La comunicación también promueve la **participación** de las personas en la definición de los procesos, lo cual es clave porque permite que se sientan parte del proceso y se minimice la resistencia a los cambios (Bayona et al., 2010). Cuando las personas tienen una clara comprensión de su **rol y responsabilidades** en la organización, más efectivamente involucrados están con la organización (ISO, 2012). Sin embargo, la **participación** de la gente requiere **liderazgo** (ISO, 2012). El verdadero **liderazgo** es la capacidad de influir en las personas para lograr una mejor resultado para una organización o grupo (Bayona et al., 2010; Viana et al., 2012). Las capacidades del líder contribuyen a incrementar el éxito de las actividades (Viana et al., 2012).

Además cuando la gente trabaja junta por un objetivo en común se origina el **trabajo en equipo** (Bayona et al., 2010; ISO, 2012; Matturro & Saavedra, 2012) y la **colaboración** (ISO, 2012). De ahí que la **motivación** es necesaria (Bayona et al., 2010; ISO, 2012; Viana et al., 2012), y puede ser percibida como el prestigio, consideración y **compensaciones** (Matturro & Saavedra, 2012) que las personas reciben en **reconocimiento** y **recompensa** a su contribución y valor dentro de una organización (ISO, 2012). Esto puede desencadenar la **satisfacción del trabajo** en términos de sentimientos positivos hacia el trabajo (Viana et al., 2012). Así mismo, fomentar la **creatividad** crea un mayor sentido de realización personal y por lo tanto aumenta la participación (ISO, 2012). Otros factores desencadenantes de la satisfacción en el trabajo pueden ser la **autonomía** de funcionamiento y **toma de decisiones** (Matturro & Saavedra, 2012), los mismos que están relacionados con el **empoderamiento** (ISO, 2012), cuyo propósito es investir de **responsabilidad y autoridad** a las personas para que determinen como llevar a cabo sus actividades (Matturro & Saavedra, 2012).

En relación al **aprendizaje** se puede decir que es un cambio relativamente permanente en el comportamiento producido como resultado de la experiencia (Viana et al., 2012), y puede ser alcanzado mediante la **educación**, pero también a través del **mentoring, capacitación y/o formación**. El **mentoring** tiene por propósito transferir conocimientos y experiencia del personal más experimentado (Matturro & Saavedra, 2012). La **capacitación y/o formación** tiene por propósito asegurar y adquirir el **conocimiento** y las **habilidades** (Bayona et al., 2010; Matturro & Saavedra, 2012; Viana et al., 2012), por ende contribuye al desarrollo profesional y puede apoyar la definición de roles profesionales (Viana et al., 2012). Tales **roles y responsabilidades** facilitan el desarrollo de las actividades, evitando el caos (Matturro & Saavedra, 2012) y pueden incrementar la productividad (ISO, 2012). Cuando la gente está completamente comprometida con las actividades de la organización experimenta una **satisfacción** más personal, y la organización en consecuencia, lleva a cabo sus actividades de manera más efectiva (ISO, 2012). No obstante, la **gestión de cambio** es necesaria porque

facilita el logro de los objetivos propuestos (Bayona et al., 2010). Otros factores que condicionan el éxito o el fracaso pueden ser los **valores** como la **ética** en el trabajo, **colaboración** y alto nivel de **compromiso** con las actividades, el logro de la calidad y la satisfacción del cliente (Bayona et al., 2010).

No obstante, la **contratación** es ciertamente el comienzo del proceso de participación de la gente debido a que la participación es el resultado del reclutamiento efectivo, seguido por una introducción al trabajo a través de un proceso de **toma de conciencia** (ISO, 2012). Este factor tiene sentido debido a que actualmente la industria del software está prestando atención a las habilidades suaves mientras contrata (Ahmed et al., 2013). A menudo, los rasgos de **personalidad** son expresadas en las habilidades suaves de las personas. Es decir, la forma en que la gente percibe, planifica y ejecuta cualquier tarea asignada está influenciada por su conjunto de habilidades suaves. Además, Viana et al. (2012) observaron que la personalidad, la percepción y los aspectos de **selección del personal** también fueron significativos para el éxito de la iniciativa SPI. De hecho, el impacto de la investigación sobre personalidad en Ingeniería de Software ha sido investigado por (Cruz, da Silva, & Capretz, 2015) en su mapeo sistemático de la literatura.



**Figura 7.3. Factores humanos que impactan en la participación y competencia de las personas basado en (ISO, 2012)**

En este contexto, desplegar procesos basados en cualquiera de los modelos y/o estándares SPI requiere de una estrategia para lograr el uso y la adopción de los nuevos procesos. Esta estrategia debe estar basada en la gestión del cambio y enfocada fundamentalmente en las personas como previamente lo indicó (Bayona et al., 2010). Se evidencia que los factores humanos incluidos en la ISO 10018 abarcan aquellos estudiados en los trabajos previos en el campo de la ingeniería de software. No obstante, el proceso de contratación se vuelve menos crítico cuando una organización tiene una baja rotación de personal. En la Figura 7.3 se ilustra una estrategia de tres niveles, en la base un primer nivel incluye la contratación junto con la toma de conciencia y liderazgo. Un segundo nivel potencia la educación y aprendizaje, y trabajo en equipo promovido por medio del reconocimiento recompensa basado en una mejora

de la comunicación que permita establecer responsabilidad y autoridad. Adicionalmente, actitud y motivación junto con el establecimiento de redes de contacto y empoderamiento permiten alcanzar un tercer nivel que mejora el compromiso y la creatividad.

### 7.3 Hacia la facilitación de la adopción de modelos SPI

Considerando las limitaciones que los enfoques SPI (metodologías/métodos/técnicas) tienen en el momento de su adopción en entornos microempresa, en este trabajo se ha desarrollado un nuevo enfoque para facilitar su adopción basada en gestionar los factores humanos. Además, debido a que este estudio está enfocado en minimizar la cantidad de recursos y esfuerzo requerido para su implementación, tiene como requisito fundamental emplear aquellos enfoques que estén centrados en los elementos primordiales de las iniciativas SPI partiendo de las dificultades reportadas en la gestión de sus procesos de software y del desconocimiento y grado de conciencia de las buenas prácticas con atención al factor humano.

Al seleccionar el marco de referencia para el proceso de software de este trabajo se hicieron tres consideraciones fundamentales aplicadas previamente en el trabajo de examinación de SPI para PYMES de (Clarke & O'Connor, 2013) pero adaptadas al entorno microempresa. Primero: El estándar seleccionado debe contener lo esencial, describiendo el indispensable rango de procesos de desarrollo de software que deben ser tomados en cuenta en un entorno tan específico como el microempresa. Segundo, debido a que está enfocado a diferentes configuraciones de microempresas, es importante que el estándar seleccionado sea agnóstico, lo cual significa que es independiente de cualquier enfoque específico de desarrollo de software – no debe describir la implementación de procesos. Tercero, para maximizar la confianza de esta investigación, en la medida que sea posible el enfoque seleccionado debe haber sido acordado por consenso y estar generalmente aceptado en la comunidad de desarrollo de software. Aunque existen varios enfoques de SPI que pueden ser potencialmente utilizados para conducir este trabajo, de entre todos destacan por su adherencia a las tres consideraciones antes mencionadas: OMG Essence y la ISO/IEC 29110.

Según la *ISO/IEC 29110* los pasos involucrados en el ciclo de vida del desarrollo de software pertenecen a una de las dos clasificaciones: procesos de gestión de proyectos y procesos de implementación del software. Los procesos de gestión de proyectos se refieren a las actividades tales como la planificación, ejecución, evaluación y control, y cierre del proyecto. Los procesos de implementación del software se refieren a las actividades de análisis de requerimientos, diseño y arquitectura del software, construcción del software, pruebas e integración de software y despliegue del software. ISO/IEC 29110 identifica los dos procesos antes mencionados y 10 actividades con 67 tareas, lo que comparado con una norma más integral como la ISO/IEC 12207 que cuenta con 43 procesos y más de 400 tareas nos permite concluir que contiene lo esencial y por lo tanto cumple con la primera consideración de este trabajo. ISO/IEC 29110 “*no está destinado a impedir el uso de los diferentes ciclos de vida tales como: cascada, iterativo e incremental, evolutivo o ágil*” (ISO, 2011b) y “*los procesos descritos no están destinados a impedir o desalentar el uso de procesos adicionales que las VSEs encuentren útiles*” (Laporte & Palza Vargas, 2011). Por lo tanto, ISO/IEC 29110 satisface la segunda consideración de este trabajo. En relación a la tercera consideración, el enfoque de la Organización Internacional de Normalización (ISO por sus siglas en inglés), para la redacción y la aceptación de las normas implican un sistema de votación democrática, en la que al menos el 75% de los organismos nacionales participantes debe aprobar una norma previa a la publicación. Además ISO/IEC 29110 fue desarrollada en colaboración con el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE por sus siglas en inglés) y considera los resultados de estudios previos sobre este tema (Laporte, Alexandre, et al., 2008). En consecuencia, ISO/IEC 29110 satisface la tercera consideración de este trabajo.

OMG<sup>9</sup> Essence por su parte es un núcleo y lenguaje para métodos de ingeniería. El núcleo (kernel) provee el fundamento común para definir prácticas de desarrollo de software, donde el núcleo está descrito usando el lenguaje. Los elementos que componen el núcleo son 7 y se denominan alfas, los cuales están agrupados en tres áreas de preocupación: cliente, solución y esfuerzo con 15 espacios de actividad. El núcleo ha sido aplicado en el mundo real (Jacobson et al., 2013) dando como resultado que es inclusivo y concreto. Essence “*se distingue de los trabajos anteriores en que se definen los elementos fundamentales, el núcleo, de la ingeniería de software*” (Park, 2015) y “*sus elementos son universales para representar prácticas relacionadas con cualquier área*” (Zapata-Jaramillo, Rojas-López, Arango Sánchez, & Jiménez Pinzón, 2015). Además, el núcleo proporciona un fundamento independiente de las prácticas para la definición de los métodos de software como lo evidencian varios trabajos realizados (Ralph et al., 2014) por lo que es agnóstico. Es así que cumple con la primera y segunda consideraciones de este trabajo. El núcleo de Essence ha sido desarrollado por una comunidad de expertos ingenieros de software llamado SEMAT<sup>10</sup> (Jacobson et al., 2013) y fue adoptado por la OMG como un estándar para proporcionar elementos comunes, el lenguaje y el núcleo, para construir métodos de ingeniería de software (OMG, 2015). En consecuencia, OMG Essence satisface la tercera consideración de este trabajo.

En relación al desconocimiento de los modelos SPI y del grado de conciencia de lo que significa emprender una iniciativa SPI con atención al factor humano destaca por su adherencia a las tres consideraciones antes mencionadas el SPI Manifesto junto con el estándar ISO 10018.

SPI Manifesto se desarrolló para plasmar el estado del arte en relación al conocimiento sobre SPI (Biro, Colomo-Palacios, & Messnarz, 2012). Se basa en cientos de años-persona de práctica y experiencia de las organizaciones de todo el mundo, y expone lo que es importante y de interés para quienes son responsables de la planificación de un proyecto de SPI (Pries-Heje & Johansen, 2010), de hecho cubre lo esencial del mejoramiento de procesos (Korsaa et al., 2012). El SPI Manifesto identifica tres valores y once principios que fueron acordados en el seno de la comunidad EUROSPI<sup>2</sup>, la cual está representada por expertos en el área de mejora de procesos. Además el contenido de SPI Manifesto está completamente cubierto por la certificación SPI Manager de la asociación europea ECQA<sup>11</sup>. Por tanto, SPI Manifesto satisface las tres consideraciones de este trabajo. Se propone articular el enfoque en las personas a través de la ISO 10018, puesto que esta recopila y describe los factores humanos y acciones que se pueden tomar para fortalecer la participación activa de las personas, es agnóstico y acordado por consenso.

Finalmente, de entre los modelos de SPI encontrados durante la revisión de la literatura por su conexión con la norma ISO/IEC 33014 (guía para mejora de procesos) y su claro enfoque sobre mejorar la capacidad para mejorar de las organizaciones se ha considerado el modelo improvisibility. Este modelo surge de una investigación que parte del estudio de dos tipos de proyectos reales, exitosos y fallidos, desde el punto de vista “*mejorar la habilidad para mejorar*” (Pries-Heje & Johansen, 2013). Improvisibility proporciona orientación sobre cómo fortalecer y mantener las capacidades para asegurar el éxito con mejora continua de procesos - Improvisibility. Además, se ha planteado su utilidad en organizaciones de baja madurez (Christiansen & Johansen, 2008), como es el caso de las microempresas. Por tanto, al igual que el SPI Manifesto, el modelo Improvisibility satisface las tres consideraciones de este trabajo.

Debido a la naturaleza agnóstica que captura la esencia del desarrollo de procesos de software y su mejora, y que han surgido de los acuerdos dentro de relevantes comunidades dentro del

---

<sup>9</sup> Object Management Group

<sup>10</sup> Software Engineering Method and Theory

<sup>11</sup> European Certification and Qualification Association

campo de la ingeniería de software en esta investigación se han seleccionado como marcos de referencia: OMG Essence, ISO/IEC 29110, SPI Manifesto sistematizada a través de ISO 10018 y el modelo Improvability.

## 7.4 Diseño del marco propuesto

A continuación se describen cada una de las etapas incluidas en el diseño de Samay que es el marco propuesto en el presente trabajo de investigación:

- **ETAPA I. Caracterización del proceso de desarrollo de software:** en esta etapa se identificaron, analizaron y documentaron las buenas prácticas de los marcos de referencia antes seleccionados - OMG Essence, ISO/IEC 29110, SPI Manifesto, ISO 10018 y el modelo Improvability -. Con este fin se adoptó una estrategia centrada en los artefactos clave del proceso de desarrollo (véase Tabla 7.10). A partir de ahí, se identificó aquellas prácticas que pudieran ser incluidas en la propuesta agrupándolas conforme a tales artefactos y se definió las fases del proceso propuesto (véase Tabla 7.11).
- **ETAPA II. Identificación, selección e integración de factores en el proceso de desarrollo:** con el proceso de desarrollo especificado en la etapa anterior, se procedió a la identificación, análisis y selección de factores, en función de las cuales se integran las técnicas de la presente propuesta (véase Tabla 7.16 y Apéndice A. Relación de técnicas y factores humanos).
- **ETAPA III. Identificación e integración de elementos de apoyo a la adopción del marco propuesto:** con las técnicas integradas en el proceso de desarrollo del marco atendiendo a las limitaciones, se procedió a la definición de cuatro elementos adicionales, organizados en dos grupos: complemento y de soporte (véase Tabla 7.17). Los elementos de complemento están directamente vinculados al proceso de desarrollo: roles y responsabilidades, y competencias y niveles de roles. Los elementos de soporte facilitan la adopción del marco: iniciación y gestión de cambio.

### 7.4.1 Caracterización del proceso de desarrollo de software

En esta primera etapa, para la caracterización del proceso de desarrollo de software se adecuó la estrategia utilizada en el modelo ArSPI con el fin cubrir las limitaciones de las iniciativas SPI (Kuhrmann & Beecham, 2014), la cual se concentra precisamente más en los artefactos porque definen los resultados deseados, que en métodos específicos. De ahí que, la estrategia aplicada se concentra en los artefactos clave que son creados en el desarrollo de software con el fin de lograr la abstracción de sus fases. Cabe notar que, este mismo enfoque se aplicó durante la integración de cada una de las técnicas en las fases propuestas, de forma que se detalla la estructura y las relaciones de los artefactos en cada fase.

Como marco de referencia de los artefactos se toma el estándar ISO/IEC 29110. La Tabla 7.9 resume los artefactos recogidos en la norma, incluye el nombre del artefacto, la fuente que los origina - Cliente (CL), Gestión de Proyectos (GP) e Implementación de Software (IS) – y si corresponden a una entrada o salida de los procesos de GP y IS o son producidos internamente en estos procesos. La columna “selección” de la Tabla 7.9 indica los artefactos clave en el desarrollo de software elegidos a partir del análisis de su propósito, y de las entrevistas realizadas a tres microempresas (Sánchez-Gordón & O’Connor, 2015). Dichos artefactos son cinco: Acta de Aceptación, Enunciado del Trabajo, Especificación de Requisitos, Plan del Proyecto y Software. Sin embargo, como el Enunciado del Trabajo se construye a partir de las *expectativas* y *necesidades* de los interesados atendiendo al *contexto*, estos tres elementos lo reemplazan como entradas del proceso de desarrollo del software y sirven de

punto de partida para que la microempresa establezca la *Propuesta* previa al desarrollo, la cual al ser aceptada origina el *Contrato* que la ratifica legalmente. A su vez, propuesta y contrato son el fundamento de los *Requerimientos* que dan origen al software. Finalmente, el software por constituir la razón de ser del proceso experimenta una serie de transformaciones que derivan otros artefactos entre los cuales destacan el *Software desarrollado*, *Software probado*, y *Software desplegado*. El propósito del resto de artefactos listados en la Tabla 7.9 se consideran de apoyo, y dependiendo de las características del proyecto de software pueden resultar indispensables o no.

#	ARTEFACTOS PRODUCTOS DE TRABAJO	FUENTES			GP			IS			SELECCIÓN
		CL	IS	GP	Entrada	Interno	Salida	Entrada	Interno	Salida	
1	Acciones Correctivas			●		●					
2	Acta de Aceptación			●			CL				●
3	Acta de Reunión			●		●	CL				
4	Casos de Prueba y Procedimientos de Prueba		●								
5	Componente de Software		●								
6	Configuración del Software		●		IS		CL			GP	
7	Diseño de Software		●								
8	Enunciado del Trabajo	●			CL						●
9	Especificación de Requisitos		●								●
10	Manual de Mantenimiento		●								
11	Manual de Operación		●								
12	Manual de Usuario		●								
13	Plan del Proyecto			●			IS	GP			●
14	Registro de Trazabilidad		●				-				
15	Reporte de Avance			●		●					
16	Reporte de Prueba pros		●								
17	Repositorio del Proyecto			●			IS	GP			
18	Respaldo del Repositorio del Proyecto			●		●					
19	Resultado de Validación		●						●		
20	Resultado de Verificación		●	●		●			●		
21	Software		●								●
22	Solicitud de Cambio	●	●		CL IS	●				GP	

**Leyenda:** Cliente (CL), Implementación de Software (IS), Gestión del Proyecto (GP)

**Tabla 7.9. Relación del listado de productos y procesos según ISO/IEC 29110**

Resumiendo lo anterior, en la Tabla 7.10 se lista la relación de los artefactos seleccionados del estándar ISO/IEC 29110, y los artefactos incluidos en el diseño de Samay: Propuesta, Contrato, Requerimientos, Plan, Software desarrollado, Software probado, Software desplegado, Acta de Aceptación.

ARTEFACTOS ISO/IEC 29110	ARTEFACTOS MARCO PROPUESTO
Enunciado del Trabajo	Expectativas Necesidades Contexto
	Propuesta Contrato
Especificación de Requisitos	Requerimientos
Plan	Plan
Software	Software desarrollado
	Software probado
	Software desplegado
Acta de Aceptación	Acta de Aceptación

**Tabla 7.10. Relación de artefactos clave del marco propuesto en función del ISO/IEC 29110**

Continuando con la estrategia de diseño, se establecen que actividades de los marcos de referencia seleccionados previamente – ISO/IEC 29110, OMG Essence e Improvability – apoyan la producción de los artefactos seleccionados (véase Tabla 7.11).

MARCOS DE REFERENCIA			ARTEFACTOS							
			Propuesta	Contrato	Plan	Requisitos	Software desarrollado	Software Probado	Software Desplegado	Acta de Aceptación
ISO/IEC 29110	Proceso de Gestión del Proyecto	Planificación del Proyecto			●	●				
		Ejecución del Plan del Proyecto					●	●	●	
		Evaluación y control del Proyecto					●	●	●	
		Cierre del Proyecto							●	
	Proceso de implementación del Software	Inicio de la implementación de Software			●		●			
		Análisis de Requisitos de Software				●	●			
		Arquitectura y Diseño detallado del Software					●	●		
		Construcción del Software					●	●		
		Integración y Pruebas de Software						●		
Entrega del Producto							●			
OMG Essence	Cliente	Oportunidad	●	●						
		Interesado	●	●						
	Solución	Requisitos			●	●	●	●		
		Sistema de Software				●	●	●	●	
	Esfuerzo	Trabajo			●	●	●	●	●	
		Forma de Trabajo			●	●	●	●	●	
Equipo				●	●	●	●	●		

**Tabla 7.11. Relación de marcos de referencia – ISO/IEC 29110, OMG Essence, Improvability- y artefactos del marco propuesto**

MARCOS DE REFERENCIA			ARTEFACTOS							
			Propuesta	Contrato	Plan	Requisitos	Software desarrollado	Software Probado	Software Desplegado	Acta de Aceptación
Modelo Improbability	Iniciación	Detección de urgencia	●							
		Procesamiento de idea		●						
	Proyecto	Objetivos del Proyecto y requerimientos			●	●				
		Equipo del proyecto			●					
		Conocimiento y competencias del Proyecto			●					
		Proceso del Proyecto			●		●	●	●	
		Priorización de Proyectos		●	●					
		Apoyo a la gestión		●	●					
		Participación de otros	●	●	●		●			
		En Uso	Calidad del producto				●		●	
	Estrategia de despliegue			●	●	●			●	
	Medios de despliegue								●	
	Roles y responsabilidades								●	
	Operaciones y mantenimiento								●	
	Fundamento	Gestión de las expectativas	●	●	●	●	●			
		Gestión del conocimiento	●	●	●	●	●			
		Competencias de gestión					●			

Tabla 7.11. Relación de marcos de referencia – ISO/IEC 29110, OMG Essence, Improbability- y artefactos del marco propuesto (continuación)

A partir de ahí, se introducen las entradas y salidas de cada una de las fases que caracterizan el proceso de software (véase Tabla 7.12). Finalmente, se define el objetivo que concreta cada una de las siete fases. Este objetivo sirve de inspiración para su nombre:

1. Oportunidad,
2. Negociación,
3. Análisis de Planificación,
4. Requerimientos,
5. Desarrollo de Software,
6. Pruebas de Software, y
7. Despliegue de Software

Por ejemplo el objetivo de la fase denominada “Oportunidad” es “explorar las necesidades y expectativas del mercado potencial para determinar una oportunidad de negocio atendiendo al contexto”.

ENTRADAS	FASE	OBJETIVO	SALIDAS
Expectativas Necesidades Contexto	Oportunidad	<i>Explorar las necesidades y expectativas del mercado potencial para determinar una oportunidad de negocio atendiendo al contexto.</i>	Propuesta
Propuesta	Negociación	<i>Alcanzar un acuerdo con los patrocinadores para plasmar la propuesta en un contrato que atienda al contexto.</i>	Contrato
Propuesta Contrato	Análisis de Requerimientos de Software	<i>Comprender las necesidades, alinear las expectativas y capturar el contexto de forma que se logre definir una serie de requerimientos con el nivel de detalle suficiente para que puedan ser transformados por el equipo de desarrollo en la solución de software delineada en la propuesta y suscrita en el contrato.</i>	Requerimientos
Requerimientos Contrato	Planificación	<i>Crear un plan con el nivel de detalle suficiente para que apoye en la gestión del desarrollo del software y su prueba. Además, se debe proveer el mantenimiento de la infraestructura requerida tanto para el desarrollo como para las pruebas de software.</i>	Plan
Requerimientos Plan	Desarrollo de Software	<i>Gestionar al equipo de desarrollo para que coopere activamente en la construcción del software.</i>	Software (versión desarrollada)
Requerimientos Software (versión desarrollada)	Pruebas de Software	<i>Detectar y corregir los defectos del software en fases tempranas. De ahí, que las pruebas se definan desde en el análisis de requerimientos y se realicen lo antes posible.</i>	Software (versión probada)
Software (versión probada)	Despliegue de Software	<i>Entregar la versión de software probada para alcanzar la aceptación que permita el cierre del contrato. El despliegue puede incluir la puesta en ambiente de producción del software.</i>	Software (versión desplegada) Acta de Aceptación

Tabla 7.12. Fases de Samay con sus entradas y salidas de artefactos

#### 7.4.2 Identificación, selección e integración de factores en el proceso de desarrollo propuesto

En la segunda etapa del diseño se realizó la selección e integración de los factores identificados previamente en este trabajo de investigación considerando los objetivos e hipótesis planteadas.

En primer lugar, se estableció la definición de *comunicación* y *satisfacción en el trabajo* (véase Tabla 7.13) presentados en el área de investigación de ingeniería de software de comportamiento (BSE, por sus siglas en inglés *Behavioral Software Engineering*) a partir de los conceptos recogidos en la revisión sistemática de la literatura realizada por (Lenberg et al., 2015).

HIPÓTESIS	FACTOR	CONCEPTO
H1.1	Comunicación	El proceso que permite a las personas intercambiar información, sentimientos o pensamientos (Katz y Kahn, 1978).
H1.2	Satisfacción en el trabajo	Definido por Locke como un estado emocional placentero o positivo resultante de la valoración del puesto de trabajo de un individuo o de las experiencias en el trabajo (Locke, 1976).

Tabla 7.13. Conceptos de Comunicación y satisfacción en el trabajo dentro de BSE

En segundo lugar, considerando los conceptos antes mencionados y analizando los factores ilustrados en la Figura 7.2 y la Figura 7.3, se hizo la selección. Este análisis reveló que un factor fundamental es la comunicación debido a que puede fomentar la *red de contacto*, *colaboración* y *toma de conciencia* facilitando además la comprensión y el conocimiento compartido – *aprendizaje* - de forma que es más fácil lograr el *compromiso*. Además, se seleccionaron evaluaciones de *personalidad* con el fin de conocer los rasgos comunes que pueden agilizar la comunicación y mejorar la cohesión y la resolución de conflictos. Sin embargo, cabe notar que la cohesión se favorece cuando los miembros del equipo son afables (Acuña et al., 2015).

En relación a la satisfacción en el trabajo, se puede mejorar mediante técnicas para resolver conflictos o mejorar la cohesión (Acuña et al., 2015). Además, que las personas se sientan seguras a la hora de presentar sus opiniones o ideas, o animarlas para tratar de hacer un buen trabajo, dará lugar a la calidad del software que facilitará finalmente la integración de modelos SPI. Otros factores que se seleccionan para lograr un cambio positivo en la satisfacción en el trabajo son la *motivación*, *reconocimiento*, *recompensa*, *responsabilidad y autoridad (toma de decisiones)*, *empoderar* y *aprendizaje*. La identificación de técnicas asociadas a las fases del marco se llevó a cabo con un enfoque sistémico e incremental apoyado en un protocolo que incluye la estrategia de búsqueda, criterios y procedimientos de selección de técnicas, extracción de datos y test-retest. A continuación, se describe brevemente la implementación de cada paso seguido.

La estrategia de búsqueda emplea un enfoque “bola de nieve”, partiendo de la experiencia personal y profesional de la doctoranda, adquirida por varias décadas de trabajo en el área de desarrollo de software y complementada con los trabajos de investigación de la literatura científica. La Tabla 7.14 presenta una lista de las principales referencias encontradas durante el proceso de búsqueda y que no están incluidas en los marcos de referencia antes mencionados en la sección 7.3.

TIPO	TÍTULO	REFERENCIA
LIBRO	Management 3.0: Leading Agile Developers, Developing Agile Leaders	(Appelo, 2010)
LIBRO	#Workout: Games, Tools & Practices to Engage People, Improve Work, and Delight Clients	(Appelo, 2014)
LIBRO	Agile Software Development: The Cooperative Game, Second Edition	(Cockburn, 2006)
LIBRO	Mind Mapping for better sales and marketing	(Buzan & Griffiths, 2013)
LIBRO	Agile Estimating and Planning	(Cohn, 2005)
LIBRO	The 7 Habits of Highly Effective People	(Covey, 2004)
LIBRO	Flow: the psychology of optimal experience	(Csikszentmihalyi, 2008)
LIBRO	Gamestorming: A Playbook for Innovators, Rule breakers, and Change makers	(Gray, Brown, & Macanujo, 2010)
LIBRO	Certified Tester Foundation Level Syllabus	(ISTQB, 2011)
LIBRO	How To Run Successful Projects III: The Silver Bullet	(O'Connell, 2001)
LIBRO	Software Requirements	(Wiegers & Beatty, 2013)
WEB	<a href="http://www.innovationgames.com/">http://www.innovationgames.com/</a>	
WEB	<a href="http://gamestorming.com/">http://gamestorming.com/</a>	
WEB	<a href="http://www.happymelly.com/">http://www.happymelly.com/</a>	
WEB	<a href="http://www.grove.com/">http://www.grove.com/</a>	

**Tabla 7.14. Lista de principales referencias encontradas durante la búsqueda de las técnicas**

En la Tabla 7.15 se presenta un resumen de los hallazgos, 821 técnicas se encontraron en las fuentes antes mencionadas, de las cuales 157 fueron seleccionadas al retirar las técnicas duplicadas y considerar que su propósito se ajuste al proceso de software de Samay y las restricciones del ámbito microempresa. Al considerar los factores humanos se incluyeron 93 de aquellas técnicas. A partir de ahí, se aplicó un enfoque test retest y se evidenció la necesidad de expandir la búsqueda para cubrir alguno de los factores clave, como resultado se incluyeron 7 técnicas adicionales que forman parte de las 100 técnicas de esta propuesta.

Resumen de hallazgos	# técnicas
Número de técnicas	821
Selección por descripción	157
Selección por factor (sin duplicados)	93
Otras técnicas	7
<b>Total de técnicas</b>	<b>100</b>

Tabla 7.15. Resumen de técnicas revisadas

Se nota que más de una técnica ha sido seleccionada para el mismo propósito, por ejemplo para las evaluaciones de personalidad se han recogido cinco técnicas, esto responde al hecho de que dependen del contexto para su aplicación y tienen enfoques diferentes. Por otro lado, varias técnicas seleccionadas han nacido en el ámbito de la innovación y/o del desarrollo ágil, pero se nota que no se restringen a estos ámbitos y pueden ser adoptadas en el entorno microempresa favoreciendo los factores humanos antes identificados. Es decir, las microempresas no necesitan adoptar metodologías ágiles, ni estar dedicadas a la innovación pero deben atender las limitaciones de la solución descritas en la sección 8.4.

En el Apéndice A. Relación de técnicas y factores humanos, se detalla el listado de técnicas y los factores asociados a cada fase del marco propuesto. Además, la descripción de cada técnica está disponible en la sección 8.3. La Tabla 7.16 presenta la síntesis de la integración a nivel de cada fase, ahí se puede ver que en todas las fases se intenta integrar la comunicación, compromiso, red de contacto y colaboración. También, se nota que existen técnicas para trabajar en la Toma de conciencia y el aprendizaje en casi todas las fases. Sin embargo, en la fase de desarrollo se concentran la mayoría de técnicas para promover la satisfacción en el trabajo debido a que en esta fase se producen la mayor cantidad de interacciones entre los miembros del equipo de desarrollo de software.

ELEMENTOS		FACTORES										
		Comunicación	Toma de Conciencia	Compromiso	Red de contacto	Colaboración	Aprendizaje	Actitud y motivación	Reconocimiento y recompensa	Empoderar	Responsabilidad y autoridad	Personalidad
Fases	Oportunidad	●	●	●	●	●		●				
	Negociación	●	●	●	●	●	●	●				
	Análisis de Requerimientos	●	●	●	●	●						
	Planificación	●	●	●	●	●	●	●		●	●	
	Desarrollo de Software	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Pruebas de Software	●		●	●	●	●			●		
	Despliegue de Software	●		●	●	●	●			●	●	

Tabla 7.16. Síntesis de la relación entre el factor humano y las fases propuestas de Samay

A pesar de que el listado de técnicas puede parecer extenso, no es exhaustivo ni excluyente por lo que está abierto a la adaptación e integración de las técnicas que cada microempresa requiera según sus necesidades. Se destaca que en la literatura existe una gran cantidad de técnicas y sus variaciones, las cuales han sido probadas y son utilizadas en diversas organizaciones. En consecuencia, se ha elegido una muestra representativa de aquellas que mejor se adaptan a las limitaciones de las microempresas, y que pudieran generar valor a partir de la introducción de micro-cambios derivados de la aplicación de las técnicas.

### 7.4.3 Definición de elementos de apoyo a la adopción del marco propuesto

Considerando lo anterior, al revisar las limitaciones mencionadas en la sección 7.2 surge la necesidad de definir elementos adicionales distintos a los previamente establecidos. En la Tabla 7.17, se muestran las soluciones a aquellas limitaciones que están dentro del alcance de los objetivos del presente trabajo de investigación. Se nota que las fases del proceso de desarrollo cubren parcialmente el grupo de procesos. Por lo tanto, se definen elementos adicionales, organizados en dos grupos: complemento y soporte.

Los elementos de complemento están directamente vinculados al proceso de desarrollo: Flujo del proceso de desarrollo, Roles y responsabilidades, y Competencias y niveles de roles.

Los elementos de soporte facilitan la adopción del marco: Iniciación y Gestión de cambio

GRUPO	LIMITACIONES	SOLUCIÓN	ELEMENTOS
Organización	Desconocen la importancia que tiene el proceso de desarrollo sobre la calidad del producto	Incorporar un elemento de <u>iniciación</u> que contenga una visión de la importancia del proceso de desarrollo y la calidad del producto. Se consideran las limitaciones que enfrentan las microempresas y factores humanos que influyen en estos procesos.	<u>Iniciación</u>
Recursos Financieros	Dependen del apoyo externo para implementar una mejora de procesos	Incluir en un elemento de <u>iniciación</u> las referencias a la norma 29110 y a las técnicas LAPPI y Pisko que podrían ser adoptadas por cuenta propia en una mejora de procesos una vez implantado el marco propuesto.	<u>Iniciación</u>
Recursos Humanos	No hay roles definidos, los empleados realizan varias funciones	Establecer definiciones de <u>roles y responsabilidades</u> dentro del marco propuesto.	<u>Roles y responsabilidades</u> <u>Competencias y niveles de roles</u>
	Los empleados carecen de conocimiento sobre los modelos y/o estándares SPI	Incluir en un elemento de <u>iniciación</u> el SPI MANIFESTO como una introducción a SPI y las referencias a las iniciativas SPI relevantes en el ámbito microempresa.	<u>Iniciación</u>
Procesos	No tienen definidos procesos	Ofrecer un <u>proceso de desarrollo</u> y los posibles flujos de proceso aplicables.	<u>Fases del proceso de desarrollo</u> <u>Flujo del proceso de desarrollo</u>
Modelos y Estándares	Tienen poca o ninguna experiencia en la adopción de modelos y estándares SPI y métodos de Evaluación	Incorporar un elemento de <u>gestión de cambio</u> para facilitar la adopción del marco propuesto, que a su vez permita comprender cómo cambiar y aprender nuevas habilidades. Es decir, se adquiere una experiencia inicial en este tipo de procesos de cambio.	<u>Gestión de cambio</u>

Tabla 7.17. Soluciones que Samay ofrece a las limitaciones observadas

En la Figura 7.4 se ilustran los grupos de elementos definidos que componen el marco propuesto en la presente tesis doctoral.

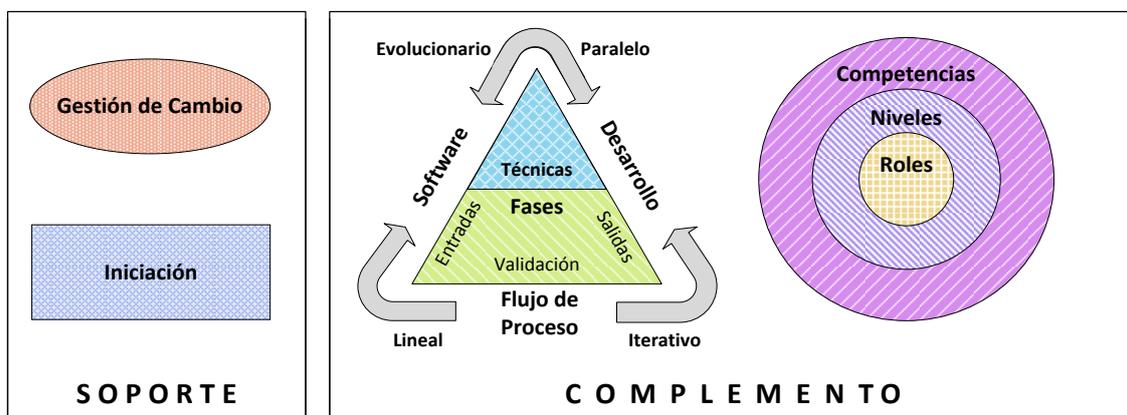


Figura 7.4. Elementos de soporte y complemento de Samay

Con base en los elementos identificados previamente, se hace el análisis de la solución que ofrecen para determinar su vinculación con los factores que pueden dinamizar (véase Tabla 7.18). Por ejemplo, el elemento de iniciación ayuda a la toma de conciencia y aprendizaje dado que reúne el conocimiento actual sobre procesos de software e iniciativas SPI que es de interés para las microempresas.

ELEMENTOS	FACTORES										
	Comunicación	Toma de Conciencia	Compromiso	Red de contacto	Colaboración	Aprendizaje	Actitud y motivación	Reconocimiento y recompensa	Empoderar	Responsabilidad y Autonomía	Personalidad
Iniciación		●				●					
Fases	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Flujo del Proceso de desarrollo		●									
Roles y Responsabilidades	●		●						●	●	
Competencias y Niveles de Roles	●		●							●	
Gestión de Cambio	●	●	●	●	●		●		●		●

Tabla 7.18. Síntesis de la relación entre el factor humano y los elementos de Samay



## 8. Definición del marco

En este capítulo se presenta una descripción del conjunto de elementos que conforman Samay, que es el marco de trabajo propuesto que atiende a la fase correspondiente a la resolución del problema puntualizado en el Capítulo 7. Samay es una guía que permite a las microempresas adquirir o incrementar su nivel de conciencia sobre lo que significa adherirse a modelos SPI facilitando de forma holística y sistemática que se preparen para abordar este reto entendiendo que deben mejorar su capacidad para mejorar y fortalecer esta capacidad enfocándose en el factor humano.

### 8.1 Visión general del marco de trabajo

La investigación desarrollada a lo largo de este estudio se ha centrado en la definición de un marco de trabajo para guiar a las microempresas hacia la integración de modelos SPI, de forma que, independientemente de la metodología de desarrollo y de gestión de proyectos aplicadas, se disponga de un conjunto de buenas prácticas que guíen a los integrantes del equipo de trabajo sobre las actividades primordiales que tienen que llevar a cabo a lo largo del proceso de desarrollo del software. Se incorporan los *roles* y sus *competencias*, que facilitan que el proceso se ejecute a través del *flujo del proceso* con el fin de dinamizar la adquisición de fortalezas conducentes a mejorar su capacidad para mejorar y por ende a la mejora de procesos de software. Adicionalmente, se tienen por un lado, la *iniciación al marco de trabajo* que es un elemento de conocimiento que incorpora el estado del arte en SPI para microempresas y la definición del propio marco, y por otro lado la implantación del marco se facilita mediante un elemento de *gestión de cambio*.

#### 8.1.1 Flujo del proceso

El modelo de proceso de desarrollo de software propuesto para el entorno microempresa consta de siete fases: *Oportunidad*, *Negociación*, *Planificación*, *Desarrollo de Software*, *Análisis de Requerimientos*, *Pruebas de Software* y *Despliegue del Software*, donde para cada una de ellas se han definido el conjunto de técnicas que pueden activar fortalezas para la adopción de iniciativas de SPI, a nivel individual y de equipo. A continuación se describen los tipos de *flujo de procesos* que pueden ser aplicados en función de la secuencia y tiempo (véase Figura 8.1). Aunque el modelo de desarrollo propuesto podría dar la impresión de un ciclo de desarrollo en cascada, al igual que el ISO/IEC 29110 standard no pretende dictar el uso de cualquier ciclo de vida particular (Laporte & O'Connor, 2016).

Un flujo de proceso lineal ejecuta cada una de las siete fases en secuencia, empezando con la oportunidad y finalizando con el despliegue (Figura 8.1-a). Un flujo de proceso iterativo repite una o más de las actividades antes de continuar con la siguiente (Figura 8.1-b). Un flujo de proceso evolutivo ejecuta las fases en una forma “circular”. Cada circuito a través de las siete fases lleva a una versión más completa del software (Figura 8.1-c). Un flujo de proceso paralelo (Figura 8.1-d) ejecuta una o más actividades en paralelo con otras fases (por ejemplo el análisis de requerimientos de un aspecto del software puede ser ejecutado en paralelo con la planificación de otro aspecto del software).

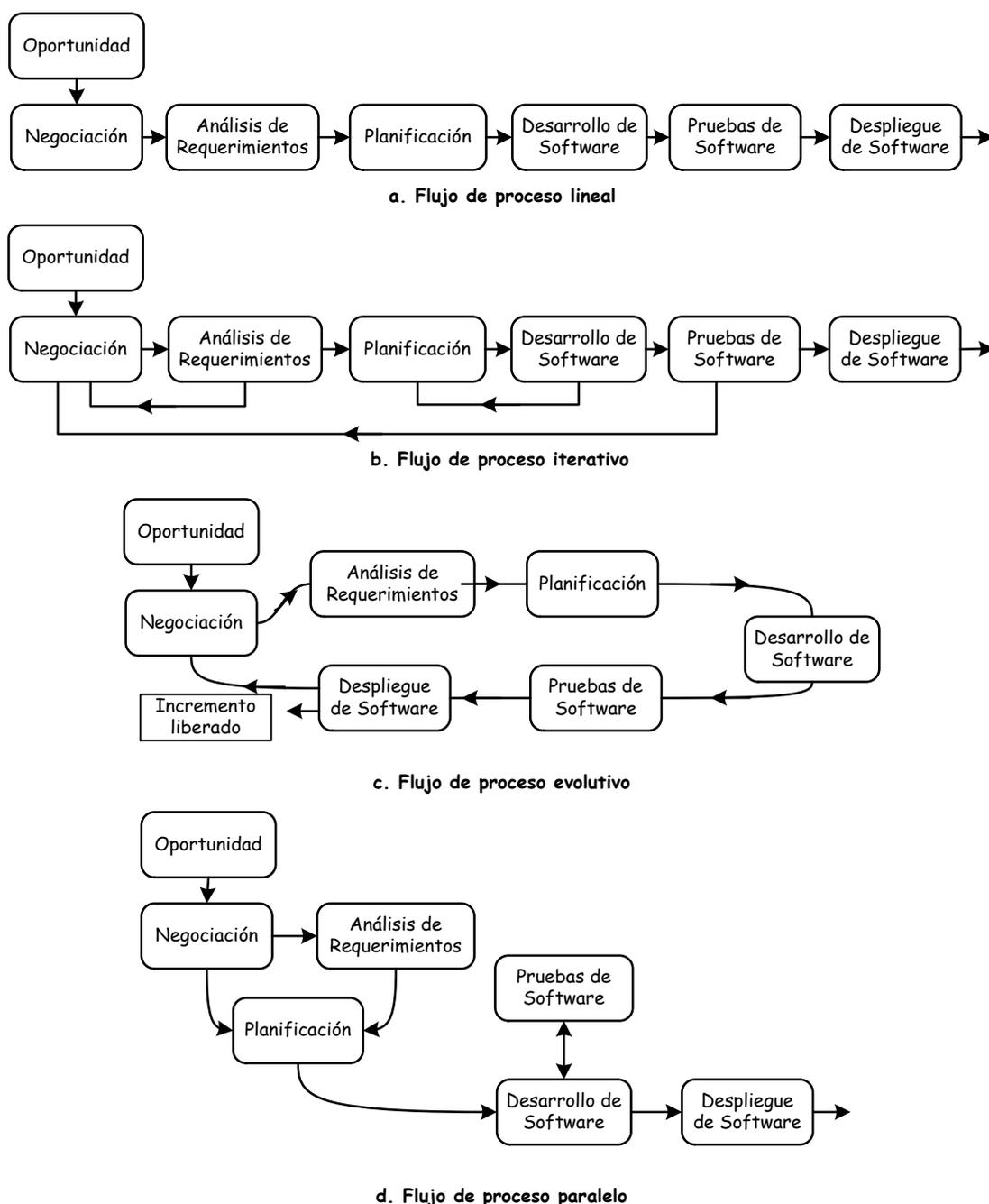


Figura 8.1. Flujos de proceso de desarrollo conforme el marco propuesto

Para definir el marco propuesto ha sido necesario desarrollar, en primer lugar, el modelo de proceso de desarrollo de software antes mencionado, el mismo que se ajusta a las características especiales de las microempresas objeto del estudio y cubre las carencias detectadas en los modelos de SPI con respecto al fortalecimiento del proceso de software. Este modelo propuesto de ciclo de vida, aunque está basado en el marco de proceso genérico de cinco actividades (Pressman, 2009), introduce modificaciones que facilitan su adopción en entornos microempresa. Los principales cambios que se han introducido, con el propósito de solventar las carencias identificadas para el entorno microempresa, se centran en: la inclusión de verificación y validación a lo largo de cada elemento. Además de estos cambios, se han realizado numerosas modificaciones e incrementado el nivel de detalle y conocimiento del modelo, lo que provoca que el marco de trabajo propuesto sea diferente del modelo propuesto por Pressman (2009).

Además, el marco propuesto considera la interacción entre las personas como un eje fundamental, por lo tanto integra mecanismos para establecer una comunicación más clara y directa, considerando técnicas que motiven a las personas. Se intenta promover relaciones humanas más cercanas basadas en el conocimiento y establecimiento de valores y principios que mejoren la cooperación y aprendizaje. Es así que la delegación y retroalimentación durante todo el proceso de desarrollo son esenciales y potencian la gestión de cambio para crear oportunidades de mejora que permitan la integración de modelos SPI.

### 8.1.2 Roles y responsabilidades de cada rol

En esta sección a partir de la definición que *Essence* hace de un rol como “*un conjunto de responsabilidades*” (OMG, 2015) se describen los roles definidos en el marco propuesto. En la sección 8.1.3 se indican las competencias que deberían poseer las personas que desempeñaran ese rol y los niveles que pueden presentarse en cada una de ellas. Cabe destacar que una misma persona puede desempeñar más de un rol siempre que exista las competencias necesarias y no exista incompatibilidad en las responsabilidades.

Aunque investigación previas han estudiado en profundidad los roles en la ingeniería de software por ejemplo (Colomo-Palacios, Tovar-Caro, García-Crespo, & Gómez-Berbís, 2010; Yilmaz, O'Connor, & Clarke, 2015), cada organización presenta sus especificidades. Con el objetivo de simplificar la ejecución de proyectos de desarrollo software en las microempresas, se han definido cuatro roles que se verán involucrados en las tareas de gestión de proyectos, gestión de equipo y desarrollo del producto software, y un rol que lo desempeñan el resto de interesados tales como usuarios finales, mandos medios y alta gerencia del cliente, proveedores, consultores. En la Tabla 8.1 se muestra un mapeo entre los roles propuestos y los roles de software definidos en los marcos de referencia utilizados en este trabajo (ISO/IEC 29110, OMG Essence e Improvability).

Samay	ISO/IEC 29110 (ISO, 2011b)	OMG Essence (OMG, 2015)	Improvability (Pries-Heje & Johansen, 2013)
Gerente/ Propietario (G-P)			— Gerencia (sponsor)
			— Comité directivo
Jefe de Proyectos (JP)	— Gestor del Proyecto (GP)	— Gestor del Proyecto	— Gestor del Proyecto — Propietario del proceso
Líder técnico (LT)	— Líder Técnico (LT)		— Expertos
Desarrollador de Software (DS)	— Analista (AN)	— Equipo Grupo de personas que participan activamente en el desarrollo, mantenimiento, entrega o apoyo de un sistema de software específico.	— Desarrolladores
	— Diseñador (DI)		
	— Programador (PR)		
Interesados (I)	— Cliente (CL)	— Interesados Las personas, grupos u organizaciones que afectan o son afectados por un sistema de software.	— Cliente — Grupos de usuarios — Proveedores

**Tabla 8.1. Mapeo entre los roles de Samay y los marcos de referencia –ISO/IEC 29110, OMG Essence, Improvability-**

A continuación en la Tabla 8.2 se muestra una breve descripción de las principales responsabilidades de cada uno los roles propuestos: Gerente/Propietario (G-P), Jefe de Proyectos (JP), Líder Técnico (LT), Desarrollador de Software (DS), Interesados (I). Tales responsabilidades están inspiradas en las señaladas en los marcos de referencia antes mencionados. Aunque el rol de Gerente/Propietario no se menciona en dos de los marcos de referencia estudiados -ISO/IEC 29110, OMG Essence- y es abordado desde la perspectiva de

mejora de procesos por el modelo Improvability, se ha incorporado como un elemento clave dentro de Samay porque las microempresas generalmente han sido iniciadas y siguen siendo dirigidas por su propietario, quien ha arriesgado su propio dinero y tiempo para comenzar, sobrevivir y prosperar en su propia empresa como es el caso de las tres microempresas encuestadas en esta investigación (Sánchez-Gordón & O'Connor, 2015).. Por ende, este rol participa activamente en el proceso de desarrollo y en última instancia es quien tiene la responsabilidad legal de los proyectos de desarrollo de software que emprende la microempresa. Cabe notar, que aunque el propietario de la una pequeña empresa tiene muchas tareas, y amplias y diversas responsabilidades que son esenciales para su administración, solo se incluyen en este estudio aquellas que se vinculan con el objeto de este estudio.

ROL	RESPONSABILIDADES
Gerente/ Propietario (G-P)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proveer los recursos necesarios para el cumplimiento de los objetivos propuestos, revisar y aprobar formalmente la realización de cada una de las fases.</li> <li>• Dar el seguimiento y control del desarrollo del proyecto, resolviendo las contingencias que pueda presentarse durante su ejecución.</li> <li>• Promover un ambiente positivo de trabajo.</li> <li>• Mantener la integridad.</li> </ul>
Jefe de Proyectos (JP)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoyar y motivar al equipo, mediante la coordinación y retroalimentación de sus miembros.</li> <li>• Promover la cooperación entre los interesados (<i>stakeholders</i>) y el equipo del proyecto, mediante la promoción y respeto de los acuerdos entre las partes.</li> <li>• Junto con quien desempeñe el rol de analista, deben captar el contexto, comprender las necesidades de los interesados y alinear sus expectativas para plasmarlo en requerimientos.</li> <li>• Estimar el esfuerzo y los artefactos que se producirán para plasmarlos en un plan mediante hitos en un cronograma.</li> <li>• Dirigir el proyecto, su seguimiento y control hasta la revisión y evaluación de resultados que culmina con el cierre del proyecto una vez finalizado. Además, se encarga de la gestión de incidencias y modificaciones en la planificación.</li> </ul>
Líder técnico (LT)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoyar al Jefe de proyecto en el desarrollo del trabajo técnico.</li> <li>• Coordinar las actividades formativas para los miembros del equipo con el objetivo de reducir las carencias detectadas.</li> </ul>
Desarrollador de Software (DS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar el trabajo técnico, es decir el análisis de requisitos, diseño del software, construcción en base del diseño y pruebas, considerando las competencias y niveles de cada rol. Además, mantener la infraestructura para garantizar la disponibilidad de los ambientes requeridos para el desarrollo y pruebas de software.</li> <li>• Aprender cómo cooperar con el equipo de trabajo para alcanzar los objetivos del proyecto a nivel individual y de equipo.</li> <li>• Aprender a realizar el trabajo técnico.</li> </ul>
Interesados (I)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Representación de las partes interesadas</li> <li>• Respetar acuerdos</li> <li>• Cooperar</li> </ul>

Tabla 8.2. Descripción de Roles

### 8.1.3 Competencias y niveles de los roles

En la Tabla 8.3 se especifica para cada uno de los roles antes mencionados, las competencias fundamentales que los involucrados deben poseer para trabajar en un proyecto de desarrollo de software. Se enfatiza en las competencias técnicas y generales relacionadas directamente con el desarrollo de productos de software, y las habilidades de gestión básicas tal como se mencionan en *Essence* (OMG, 2015). Se incluyen algunas competencias consideradas implícitas porque todos los profesionales del área de software las deberían adquirido durante la realización de sus estudios. Sin embargo, es necesario que se mencionen explícitamente porque se consideran las principales capacidades requeridas para llevar a cabo un trabajo de ingeniería de software.

COMPETENCIA	DESCRIPCIÓN
Representación de las partes interesadas	Esta competencia implica la capacidad de recopilar, comunicar y equilibrar las necesidades de los grupos de interesados, y representar con exactitud sus puntos de vista. Esto incluye: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Negociación</li> <li>• Facilitación</li> <li>• Creación de Redes</li> <li>• Buena expresión oral y escrita</li> <li>• Empatía</li> </ul>
Análisis	Abarca la capacidad de entender las oportunidades y las necesidades vinculadas con las partes interesadas, transformándolas en un acordado y consistente conjunto de requisitos. Incluye: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Expresión oral y escrita</li> <li>• Habilidad para observar, comprender y registrar detalles</li> <li>• Facilitación de acuerdos</li> <li>• Capturar requerimientos</li> <li>• Facilidad para separar el todo en partes</li> <li>• Facilidad para ver el todo desde lo requerido</li> </ul>
Desarrollo	Esta competencia implica la capacidad de diseñar y programar sistemas de software efectivos siguiendo las reglas y normas acordadas por el equipo. Incluye: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento de la tecnología</li> <li>• Programación</li> <li>• Conocimiento de lenguajes de programación</li> <li>• Pensamiento crítico</li> <li>• Refactorización</li> <li>• Diseño</li> </ul>
Pruebas	Esta competencia entraña la habilidad de probar un sistema, verificando que es útil y que cumple con los requisitos. Incluye: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observación perspicaz</li> <li>• Pensamiento exploratorio y destructivo</li> <li>• Mente inquisitiva</li> <li>• Atención al detalle</li> </ul>
Liderazgo	Esta competencia faculta a una persona a inspirar y motivar a un grupo de personas para lograr una exitosa finalización de su trabajo y cumplir con sus objetivos. Incluye: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspiración</li> <li>• Motivación</li> <li>• Negociación</li> <li>• Comunicación</li> <li>• Toma de decisiones</li> </ul>
Gestión	Esta competencia implica la capacidad de coordinar, planificar y realizar el seguimiento del trabajo ejecutado por un equipo. Incluye: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicación</li> <li>• Administración</li> <li>• Organización</li> <li>• Planeación de recursos</li> <li>• Presentación de Informes financieros</li> </ul>

**Tabla 8.3. Descripción de competencias**

Asimismo en la Tabla 8.4 se describe el nivel de las competencias que pueden poseer cada uno de los roles antes presentados. Se estructuran tres niveles:

1. Junior
2. Senior
3. Master

Por tanto, cuando se decida utilizar el marco propuesto, se tendría que considerar las competencias de los individuos y su nivel, de manera que se pueda configurar estrategias para desarrollar las capacidades hasta el nivel que se considere necesario para cada rol.

NIVEL	DESCRIPCIÓN
<b>Nivel 1</b> <b>Junior</b>	Demuestra una comprensión básica de los conceptos abarcados y puede seguir instrucciones. Es capaz de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender y conducirse a sí mismo de una manera profesional.</li> <li>• Responder correctamente a preguntas básicas de su dominio.</li> <li>• Realizar la mayoría de las funciones básicas dentro del dominio.</li> <li>• Seguir instrucciones y completar tareas básicas.</li> </ul>
<b>Nivel 2</b> <b>Senior</b>	Puede aplicar los conceptos en contextos simples aplicando sistemáticamente la experiencia adquirida hasta la fecha. Es capaz de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cooperar con otros dentro del equipo.</li> <li>• Satisfacer los trabajos rutinarios y realizar requisitos de trabajo simples.</li> <li>• Manejar desafíos simples con confianza.</li> <li>• Manejar los trabajos simples pero con ayuda para enfrentar cualquier complicación o dificultad.</li> <li>• Analizar el contexto y extraer conclusiones razonables.</li> </ul>
<b>Nivel 3</b> <b>Master</b>	Puede aplicar los conceptos en la mayoría de los contextos y tiene la experiencia de trabajar sin supervisión. Es capaz de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Satisfacer la mayoría de las exigencias y necesidades de trabajo.</li> <li>• Hablar con facilidad y precisión utilizando los términos del dominio.</li> <li>• Comunicarse y explicar su trabajo.</li> <li>• Dar y recibir retroalimentación constructiva.</li> <li>• Conoce los límites de su capacidad y cuándo solicitar asesoramiento más experto.</li> <li>• Trabaja a un nivel profesional con poca o ninguna dirección.</li> </ul>

Tabla 8.4. Niveles de competencia genéricos

#### 8.1.4 Iniciación al marco propuesto

Debido a que el marco intenta guiar a las microempresas en la integración de modelos SPI y estas carecen de conocimiento sobre los modelos SPI, es necesario suministrar este conocimiento. En consecuencia, se establece que el elemento de iniciación del marco construya su contenido en base a cuatro pilares fundamentales:

- Microempresas de Software, compuesto por las definiciones de PYMES, VSEs y microempresas.
  - Limitaciones, incluye las limitaciones a las cuales se enfrentan las microempresas al momento de adoptar modelos SPI.
  - Factores humanos, incluye los factores humanos que afectan la adopción de modelos SPI.
- El proceso de software en las microempresas, parte de la importancia del proceso de desarrollo y la calidad del producto para después continuar con una breve descripción de los modelos más relevantes del proceso de desarrollo de software en las microempresas.
- El proceso de mejora en las microempresas, inicia con la introducción del SPI Manifesto y sigue con las iniciativas SPI más relevantes dentro de este entorno con sus respectivos enlaces a referencias bibliográficas y recursos electrónicos.
- Marco propuesto, incorpora la descripción de las fases del proceso de desarrollo y su flujo. Además, se detallan dos grupos de elementos:
  - Elementos de complemento: roles y competencias
  - Elementos de soporte: iniciación y gestión de cambio.

La fuente del contenido es el presente documento y el capítulo titulado *“The Route to Software Process Improvement in Small and Medium-sized Enterprises”* del libro *“Managing Software Process Evolution: How to handle process change?”* elaborado por la doctoranda en colaboración con otros expertos en el área (Sánchez-Gordón, Colomo-Palacios, et al., 2016). Este contenido será adaptado a un lenguaje claro y sencillo que facilite su consulta por parte de los profesionales interesados en este tema.

### 8.1.5 Gestión de Cambio

Considerando la propuesta realizada en este trabajo de investigación para el marco, su implementación requiere una estrategia de gestión de cambio que facilite la selección y adopción de las técnicas descritas en las fases de proceso de desarrollo. Con referencia a lo anterior y dada la importancia de las limitaciones de las microempresas se seleccionó el modelo de gestión de cambio “*Defying Doom*” (Quinn, 2016), que surgió en el ámbito empresarial (usado por Telefónica, IBM, Apple) por lo que es pragmático y simple. El modelo inicia con un autodiagnóstico (*Wake up call*) a partir del cual se crea la historia que motiva el cambio, después se establece las personas clave en el proceso con el fin de crear un plan de acción que se ejecutará para alcanzar el cambio (véase Figura 8.2).

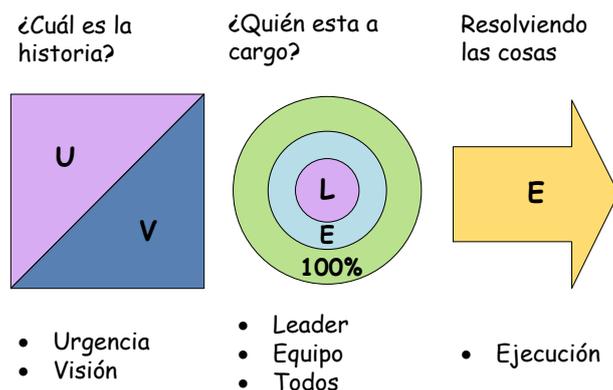


Figura 8.2. Modelo Defying Doom (Quinn, 2016)

A continuación se describe cada uno de los pasos adaptados para gestionar el cambio originado por la implantación del marco propuesto en la presente tesis doctoral:

- Autodiagnóstico (*Wake up call*), es un análisis sencillo pero honesto para crear una sensación de urgencia que motive el cambio. Este análisis realiza a partir de las preguntas de la Tabla 8.5. La idea es tomar conciencia de la necesidad de cambio y de cómo transmitir la urgencia del mismo al resto de personas. Con este fin, se debe identificar la situación actual considerando la Figura 8.3, la cual muestra las distintas etapas por las que pasa una organización. Si se encuentra en el estado C tendrá que tomar decisiones e iniciar cuanto antes un proceso de cambio, para entrar al estado B. Si se encuentra en el estado A o B deberá dar continuidad a sus acciones y si se encuentra en el estado D, probablemente deba solicitar ayuda externa.

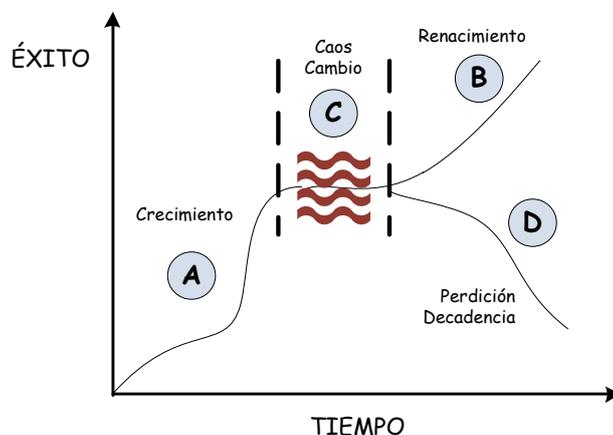


Figura 8.3. Defying Doom: Evolución de indicadores de Negocio

NIVEL	DESCRIPCIÓN
Identificación del ámbito de aplicación	¿Cuál es el nombre de la Microempresa?
	En líneas generales ¿cómo es la comunicación en esta microempresa? En otras palabras, ¿cómo se mide en términos generales el éxito o fracaso de los mecanismos de comunicación en la microempresa?
	En líneas generales ¿cómo es la satisfacción en el trabajo en esta microempresa? En otras palabras, ¿cómo se mide en términos generales el éxito o fracaso de la satisfacción de los empleados en el trabajo?
Identificación de los parámetros que miden el éxito en este contexto	¿Cuáles son los indicadores principales que pueden medir la mejora de la comunicación y la satisfacción en el trabajo?
Evaluación de la evolución de los indicadores de negocio	¿Cuál ha sido la evolución de los indicadores antes mencionados en el último año? Exprésalo de ser posible en términos cuantitativos y establece las conclusiones cualitativas pertinentes.
Situación Actual	Determinar en función de la Figura 8.3 ¿Cuál es grado de consciencia de la situación de la microempresa?
Nivel de Urgencia	¿Cuál es el nivel de urgencia de cambio?

Tabla 8.5. Defying Doom: Autodiagnóstico

- Abordar la pregunta, ¿Cuál es la historia?, donde la historia combina la creación de la sensación de urgencia para el cambio y la visión de un futuro mejor. La historia se puede elaborar a partir de la plantilla de la Figura 8.4. Se debe presentar la situación A actual, que no es todo lo buena que se pueda pensar y que por tanto requiere un replanteamiento. Después, proponer cual es la situación ideal B que se daría si logramos cambiar. De esta manera se plantea una buena combinación de sensación de “urgencia” para el cambio y “visión” del cambio a abordar. Finalmente, se debe incluir cómo parte de la historia el camino que se propone recorrer para ir de A hasta B, es decir, cómo se va a hacer.

**¿Quién está a bordo?- Líder, equipo, resto de actores:**

---



---



---

**Antecedentes:**

---



---



---



---



---



---



---



---

**¿Cuál es tu historia?**

**Título:** \_\_\_\_\_

**Historia:** \_\_\_\_\_

---



---



---



---



---

**Situación actual:**

---



---



---



---



---



---



---



---

**Objetivos: ¿Cómo sería la situación ideal de destino?:**

---



---



---



---

Figura 8.4. Defying Doom: Plantilla para construir una historia

- Abordar la pregunta, ¿Quién está a cargo? El objetivo es asegurarse que las personas están alineadas, lo que significa que existe: un líder comprometido dispuesto a afrontar el desafío del cambio, un equipo que está completamente alineado, y el resto de empleados que están dispuestos a apoyar el cambio. Con este fin, se propone:
  - Identificar las personas clave en el proceso
  - Completar el análisis de las 4 PERSPECTIVAS de cada una de las personas clave (véase Figura 8.5). Para el análisis de Personalidades, se puede utilizar la evaluación *MBTI* (véase sección 8.3.5) que demuestra las preferencias de las personas y permitirá definir con mayor éxito las asignaciones. Esto genera un espacio para la reflexión de cómo son nuestros comportamientos y los comportamientos de los demás. La reflexión originada por este ejercicio contribuye a mejorar la empatía y aceptar la diversidad como algo positivo y necesario en un proceso de cambio.



Figura 8.5. Defying Doom: Análisis 4 Perspectivas

- Ubicar en el mapa de los tres círculos a cada una de las personas, colocando más cerca aquellas personas sobre las que se tiene mayor influencia (véase Figura 8.6).

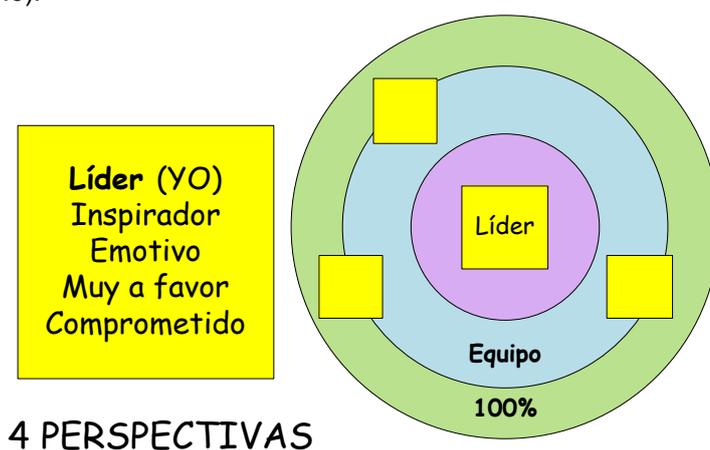


Figura 8.6. Defying Doom: Mapa del cambio

- Identificar aquello que sería deseable cambiar para cada una de las personas.
- A partir de los cambios identificados establecer cuales están contemplados en el marco propuesto y cuáles no.
- Establecer una estrategia para cada uno de esos cambios que se desean producir.

- Realizar una coherente y continua ejecución. A partir de la información recogida en los pasos anteriores se debe definir un plan de acción que permitirá implantar los cambios. Es útil aplicar el criterio SMART (véase 8.3.3) para la definición de los objetivos y acciones. El plan de acción se puede crear a partir de la plantilla de la Figura 8.7. Se incluyen la visión, los objetivos y las acciones definidas a partir de las cosas que hay que dejar de hacer, las cosas que hay que empezar a hacer y las conversaciones cruciales que se debe tener para lograr los cambios.

VISIÓN	¿Cuál es mi visión?	
OBJETIVOS	¿Qué es lo que quiero conseguir?	
ACCION	Cosas que voy a dejar de hacer	
	Cosas que voy a hacer	
	Conversaciones cruciales que debo tener	

Figura 8.7. Defying Doom: Plan de Acción

## 8.2 Alcance del marco de trabajo

El marco propuesto ha sido pensado y diseñado para guiar a la microempresa, formalmente constituida, en la adquisición de fortalezas conducentes a la integración de modelos SPI. Se considera que su actividad está concentrada en el desarrollo de productos de software, los cuales no son de misión crítica ni apoyo vital. Además, está centrado en equipos de desarrollo de no más de 10 personas que se localizan en una misma ubicación física, es decir, el marco está pensado para dar soporte a microempresas cuyos empleados están compartiendo el mismo espacio de trabajo, y por lo tanto no se consideran equipos de trabajo que empleen estrategias *offshore* u *outsourcing*. Aunque en este tipo de entornos, varios miembros de los equipos de trabajo puedan estar ubicados físicamente juntos.

A pesar de ello, el modelo de proceso de software y muchas de las técnicas propuestas por este marco si podrían ser utilizadas en la coordinación y gestión de equipos de desarrollo software que trabajan en entornos de *offshoring* o *outsourcing*, especialmente si fuera necesaria una fuerte cooperación entre los miembros de los equipos para la realización de las tareas.

## 8.3 Descripción del marco propuesto

Samay se basa, por un lado en un proceso de software y por otro en una serie de técnicas que promueven un conjunto de fortalezas que apoyan la integración de modelos SPI. El marco sigue una filosofía fundamentada en la agilidad que requieren las microempresas para mantenerse competitivas, de modo que cada técnica puede ser aplicada a una o más fases del

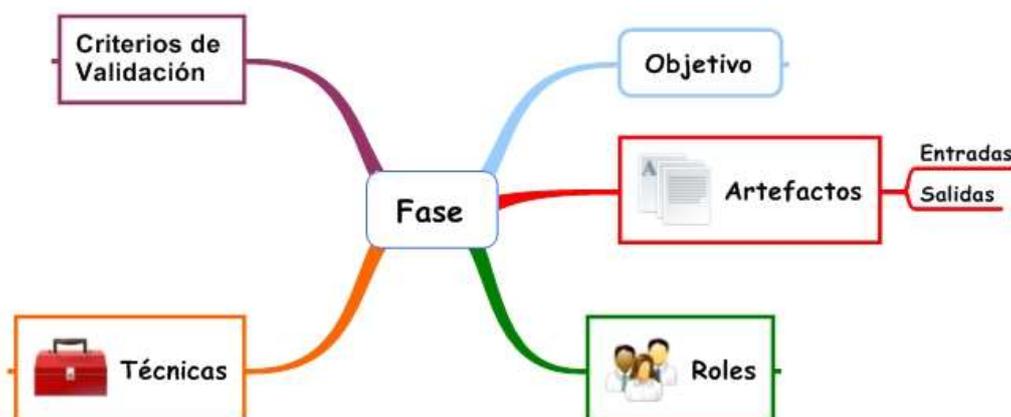
proceso de desarrollo del software. En cada fase se pueden incorporar y adaptar, una o más técnicas dependiendo de los objetivos que se persigan. El marco propone los roles, técnicas, productos de trabajo y criterios de validación implicados en las mismas.

En la Tabla 8.6 se presenta cada fase de Samay con sus correspondientes entradas, roles y salidas. Es importante destacar que los artefactos mediante los cuales se concreten las entradas y salidas pueden ser libremente seleccionados por los roles involucrados en cada fase. Sin embargo, se debe notar que en primera instancia los medios más utilizados son los documentos escritos en lenguaje natural. Sin embargo, el contexto es difícil de plasmar y no suele ser transmitido o es obviado por ser considerado implícito, de ahí que aunque no esté representado como una entrada se recomienda utilizar al menos una comunicación informal (verbal) como medio para hacer explícito el contexto. El objetivo es que el contexto se mantenga presente durante todas las fases con el fin responder asertivamente ante las necesidades y expectativas de los interesados.

FASE	ENTRADAS	ROLES	SALIDAS
<b>Oportunidad</b>	Expectativas Necesidades Contexto	Interesados Gerente/Propietario(s)	Propuesta
<b>Negociación</b>	Propuesta	Interesados Gerente/Propietario(s) Jefe de Proyecto	Contrato
<b>Análisis de Requerimientos de Software</b>	Propuesta Contrato	Interesados Jefe de Proyecto Líder técnico Desarrollador (análisis)	Requerimientos
<b>Planificación</b>	Requerimientos Contrato	Jefe de Proyecto Líder técnico Desarrollador (análisis)	Plan
<b>Desarrollo de Software</b>	Requerimientos Plan	Jefe de Proyecto Líder técnico Desarrollador/es (análisis, desarrollo y pruebas)	Software (versión desarrollada)
<b>Pruebas de Software</b>	Requerimientos Software (versión desarrollada)	Jefe de Proyecto Líder técnico Desarrollador/es (análisis, desarrollo y pruebas)	Software (versión probada)
<b>Despliegue de Software</b>	Software (versión probada) Plan (instrucciones de despliegue)	Interesados Jefe de Proyecto Líder técnico Desarrollador/es (análisis y pruebas)	Software (versión desplegada) Acta de Aceptación

**Tabla 8.6. Samay (Fases, roles, entradas y salidas)**

En la Figura 8.9 se muestra el diseño general de Samay. Cada fase se identifica con un proceso que involucra un conjunto de roles y se compone de un conjunto de técnicas que apoyan lo que hay que hacer en cada fase promoviendo el fortalecimiento de habilidades para encarar el desafío de emprender la adopción de un modelo SPI. Aunque a su vez, en cada fase deben realizarse una serie de actividades compuestas de un conjunto de tareas este nivel de detalle se deja sin describir pues debe ser gestionado por cada rol según la configuración de cada proyecto. Como resultado de la ejecución de las actividades, se obtienen un conjunto de Productos de Trabajo – artefactos - indispensables para alcanzar el objetivo perseguido por el proceso.



**Figura 8.8. Esquema conceptual de las fases de Samay**

En la Figura 8.8 se presentan cada uno de los siete elementos - Fase, Objetivo, Entradas y Salidas, Roles, Técnicas, y Criterios de Validación -, que se utilizarán para especificar las diferentes fases del marco propuesto.

**Fase:** Nombre de la fase que identifica el proceso.

**Objetivo:** Definición del objetivo perseguido por la fase.

**Entradas:** Productos de trabajo intermedios necesarios para poder ejecutar las actividades identificadas en el proceso.

**Roles:** Roles implicados en el desarrollo del proceso.

**Técnicas:** Conjunto de técnicas que apoyan el proceso definido y, por tanto, facilitan las actividades a realizar. Cabe notar que no se pretende limitar el uso de otras técnicas o variantes (adaptaciones) de las técnicas propuestas, por lo tanto se pueden incorporar otras técnicas y sus variantes, y variantes de las técnicas propuestas.

**Criterios de validación:** Conjunto de criterios que es necesario tener en cuenta para verificar que se ha realizado correctamente el proceso.

**Salidas:** Artefactos – productos de trabajo - intermedios que se obtienen como consecuencia de la ejecución de las actividades y sus tareas.

A continuación se describen cada una de las fases que componen Samay en el presente trabajo de investigación.

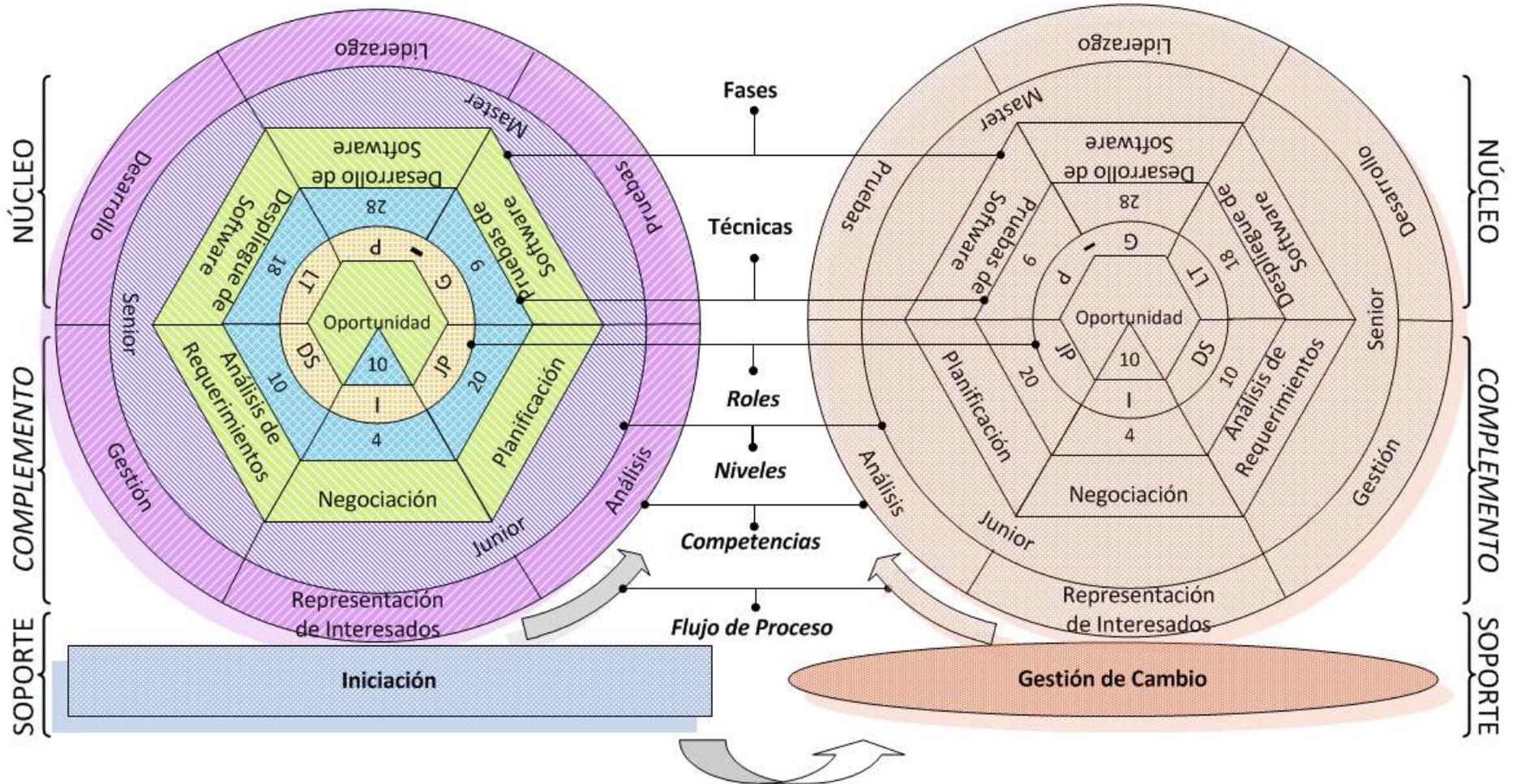


Figura 8.9. Diseño General de Samay

### 8.3.1 FASE 0. Oportunidad

**Objetivo:** El objetivo de esta fase es explorar las necesidades y expectativas del mercado potencial. En esta fase se intenta determinar una oportunidad de negocio basada en las necesidades y expectativas de los interesados, sin perder de vista el contexto bajo el cual se encuentran.

**Entradas:** Los artefactos de entrada necesarios para poder comenzar la realización de esta actividad son: Necesidades, Expectativas y Contexto de los interesados.

**Roles:** Los roles que participan en esta actividad son: Interesados (Patrocinadores, Grupo Objetivo de Usuarios), Gerente/Propietario(s), Jefe de Proyecto.

**Técnicas:** En la Figura 8.10 se presentan las técnicas propuestas. Destacan las reuniones porque son adecuadas durante esta fase para captar las necesidades, expectativas y contexto. A su vez, estas reuniones pueden ser combinadas con otras técnicas tales como mapas de interesados, mapas de contexto, gráfico de plan de juego, mapa de empatía, telaraña de confianza (trust spider).

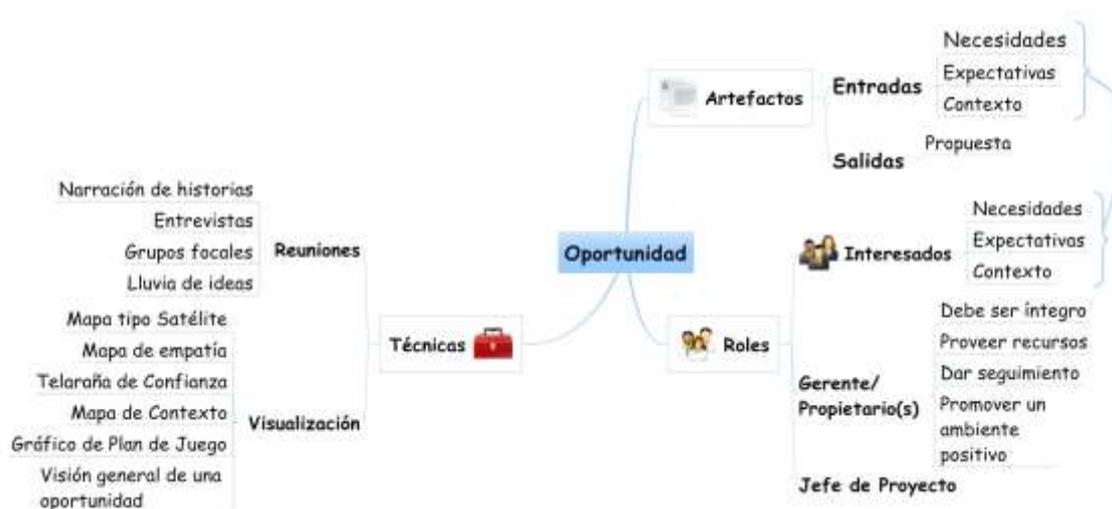


Figura 8.10. Técnicas para Fase de Oportunidad

Las técnicas de visualización se incluyen a lo largo de este marco de trabajo con el fin de facilitar la comunicación y para promover la conciencia del contexto entre los involucrados, este tipo de técnicas han sido aplicados para establecer recomendaciones de visualización del contexto orientado a mejorar la conciencia en desarrollo de software (Vasconcelos, Schots, & Werner, 2013).

En ese mismo sentido, se integra también la técnica de mapas mentales, la cual se ha utilizado en el ámbito de la Ingeniería de Software para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de un modelo de referencia de proceso (Espinosa-Curiel, Rodríguez-Jacobo, & Fernández-Zepeda, 2010), modelar documentos sema-estructurados basados en XML DTDs y Schemas (Bia, Muñoz, & Gómez, 2010), y explorar la eficacia de modelado de usuario basada en mapas mentales (Beel, Langer, Kapitsaki, Breitingner, & Gipp, 2015). De ahí que esta técnica está integrada en el marco de trabajo propuesto en esta investigación.

- Las reuniones requieren una planificación, Tony Buzan (Buzan & Griffiths, 2013) propone utilizar un mapa mental para ayudar en esta tarea. La Figura 8.11 presenta los elementos más importantes: la agenda, los objetivos, la ubicación, cuando se realizará,

quién participa. Además, contempla los servicios de proveedores para temas de equipamiento, materiales y alimentación que pudieran ser requeridos.

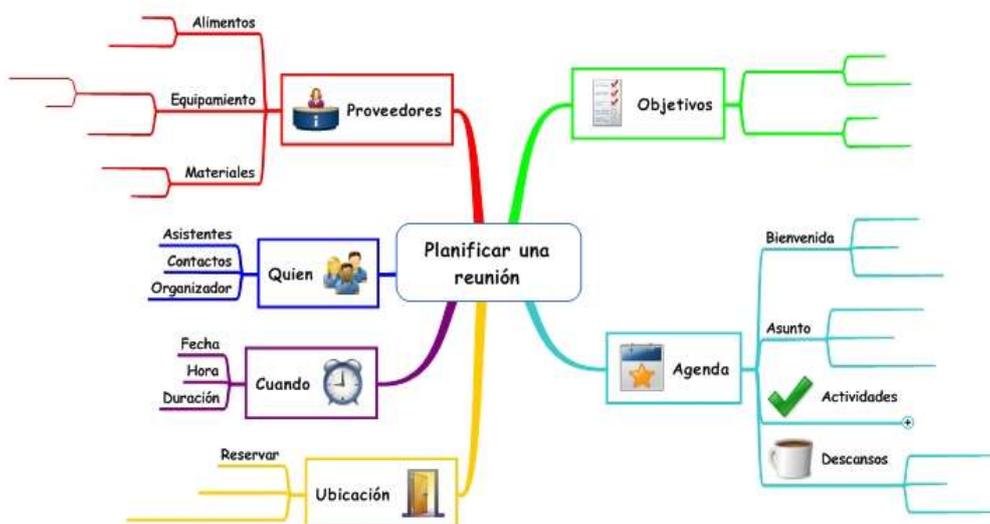
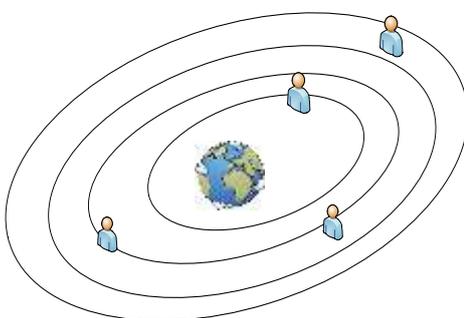


Figura 8.11. Planificación de reuniones

Acorde a la agenda planificada se puede combinar otras técnicas como la *narración de historias (story telling)*, *entrevistas con preguntas abiertas y cerradas*, *grupos focales (focus group)* y *lluvia de ideas (brain storming)*.

- Mapas de Interesados, es un tipo de diagrama inspirado en el mapa tipo satélite, que simula la tierra – oportunidad - y un grupo de satélites - partes interesadas - que giran a su alrededor. Se utilizan para la identificación de los interesados (*stakeholders*). Por un lado, la Figura 8.12-a, propone ubicar a los interesados en las orbitas acorde a su importancia, mientras más cercana al centro más importante. Por otro lado, la Figura 8.12-b (Hub and Spoke) fue creado por Glenn Hughes. Este diagrama ilustra la relación de los interesados con la oportunidad y refleja cómo estos la perciben basada en los siguientes elementos:

a. MAPA DE SATELITE



b. HUB AND SPOKE

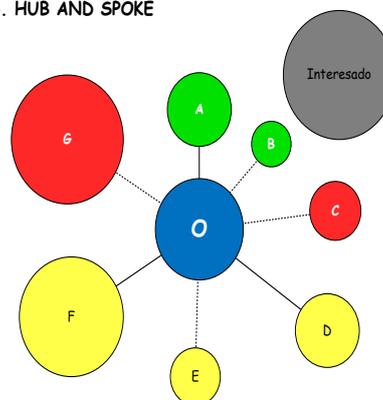
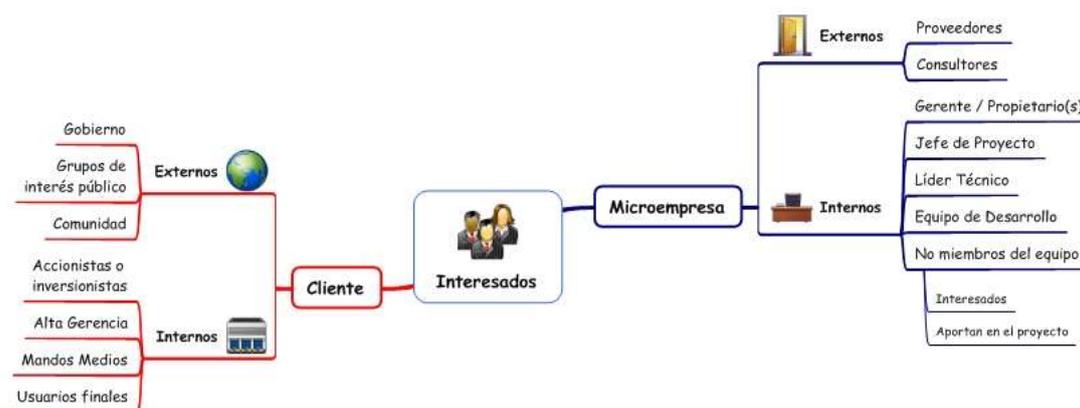


Figura 8.12. Mapa de interesados: a. tipo satélite y b. Hub and Spoke

1. Líneas, para indicar el tipo de relación (sólida = fuerte, punteada = débil, ninguno = ninguno)

2. Tamaño del círculo, para indicar el tamaño relativo/importancia/influencia de la parte interesada
3. Color del Círculo, para indicar cómo el interesado piensa acerca del producto (verde = bueno, amarillo = medio, rojo = malo, negro = indiferente). Los grupos de interés con un gran círculo verde y una línea continua serán las partes interesadas claves.

Para ayudar en esta tarea, una lista de referencia de posibles interesados inspirada en la propuesta de Kosnik (2010) es presentada en la Figura 8.13.



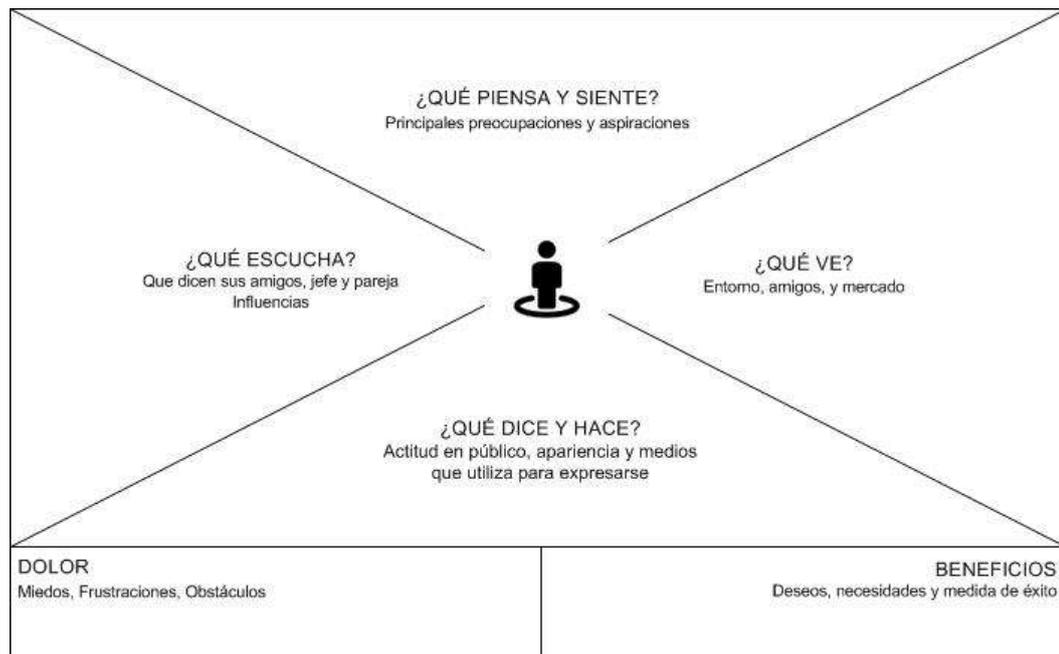
**Figura 8.13. Tipos de interesados**

Cabe notar que los interesados internos a la microempresa se corresponden con los cuatro primeros roles definidos en el apartado 8.1.2: Gerente/Propietario(s), Jefe de Proyectos, Líder Técnico y Equipo de Desarrollo. Finalmente, el rol de “interesados” del apartado 8.1.2 se corresponde con el resto del listado: gobierno, grupos de interés público, comunidad, accionistas, alta gerencia, mandos medios, usuarios finales, proveedores, consultores y otros empleados de la microempresa que no son miembros del equipo de desarrollo.

- *Mapa de empatía*, es una técnica desarrollada por la compañía XPLANE<sup>12</sup>. Es útil para discutir las necesidades de un grupo de interesados. Además, promueve la creación de confianza por medio de la generación de un perfil que permite mejorar la comprensión de las emociones y creencias de los interesados. Esta técnica permite identificar una oportunidad y mejorar una propuesta. Para alcanzar esta comprensión se debe contestar a la siguiente serie de preguntas atendiendo al diagrama presentado en la Figura 8.14.
  1. ¿Qué escucha en su entorno? Se debe identificar que dice el entorno del interesado y hasta qué punto le influyen otras personas de este entorno.
  2. ¿Qué ve? Se debe identificar todo lo que ve. ¿Qué medios escucha? ¿Qué tipo de libros lee?
  3. ¿Qué siente? ¿Qué se piensa? Se debe identificar sus emociones y sus preocupaciones. ¿Qué planes tiene para el futuro? ¿Qué le inquieta? ¿Cómo se le puede ayudar?
  4. ¿Qué dice y hace? Se debe identificar cómo le gusta expresarse. ¿Qué medios sociales utiliza? ¿Cómo se relaciona con su entorno?
  5. Frustraciones, ¿Cuáles son sus miedos? ¿Qué obstáculos atraviesa?

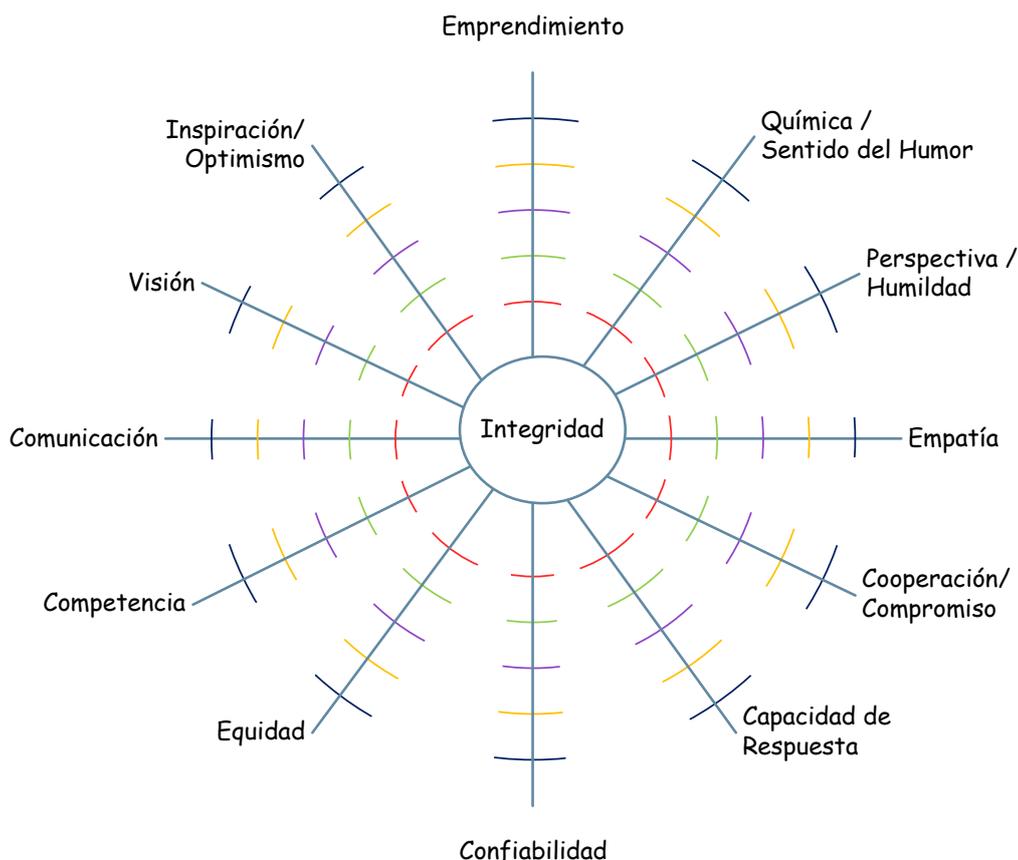
<sup>12</sup> <http://www.innovationgames.com/empathy-map/>

6. Beneficios, en base a todo lo anterior, se debe identificar los objetivos que quiere conseguir. Sus metas y triunfos. ¿Qué definición tiene del éxito?



**Figura 8.14. Mapa de Empatía**

- *Telaraña de confianza (trust spider)*, es una técnica desarrollada por Tom Kosnik Kosnik (2010). Está basada en una revisión de la literatura sobre las cualidades de los líderes efectivos. La Figura 8.15 presenta las 13 cualidades propuestas: integridad, emprendimiento, química, perspectiva, empatía, cooperación, capacidad de respuesta, confiabilidad, equidad, competencia, comunicación, visión y optimismo. A continuación se describe la forma de aplicar esta técnica al inicio de un proyecto con varios interesados.
  1. Solicitar a las partes interesadas representativas ejemplos de buenos y malos comportamientos en el desempeño.
  2. Solicitar a los miembros del equipo del proyecto que llenen la “*Telaraña de Confianza*”, localizando para cada cualidad en el diagrama un nivel de los cinco posibles. Después, comparar los diagramas creados individualmente y buscar el gap dentro de las cinco primeras cualidades consideradas por el equipo.
  3. Comunicar a los interesados las cinco primeras cualidades del equipo contrastando los ejemplos proporcionados.
  4. Usar la técnica “*Start-Stop-Keep*” (véase el apartado 8.3.5 sobre retroalimentación) como un medio para que los interesados den específicas ideas sobre cómo se puede cerrar el “gap de confianza” y construir mayor confianza.
  5. Dar seguimiento al desempeño por medio de la aplicación periódica de esta técnica.



**Figura 8.15. Telaraña de la confianza (*trust spider*) (Kosnik, 2010)**

- *Mapa de Contexto (Context Map)*, esta técnica ayuda a desarrollar una buena comprensión del contexto con el fin de responder proactivamente (Gray et al., 2010). Está diseñada para visualizar los factores externos, tendencias y fuerzas que rodean una determinada situación (véase la Figura 8.16). A continuación se describe cómo utilizarlo.
  1. Introducir el mapa de contexto a un grupo, enfatizando que se desea obtener un panorama general. Se puede iniciar en cualquier categoría que no sean las Tendencias. Los participantes deben discutir y escribir los comentarios generados para la categoría seleccionada. Después, debe continuar de la misma forma con el resto de categorías hasta dejar las tendencias sin discutir.
  2. Los participantes deben elegir la categoría de tendencias que les gustaría discutir primero. Por medio del consenso se debe acordar la clasificación de las tendencias y escribirlas en el mapa.
  3. Resumir las conclusiones generales con el grupo y pedir observaciones, ideas, y preocupaciones relacionadas con el mapa generado.

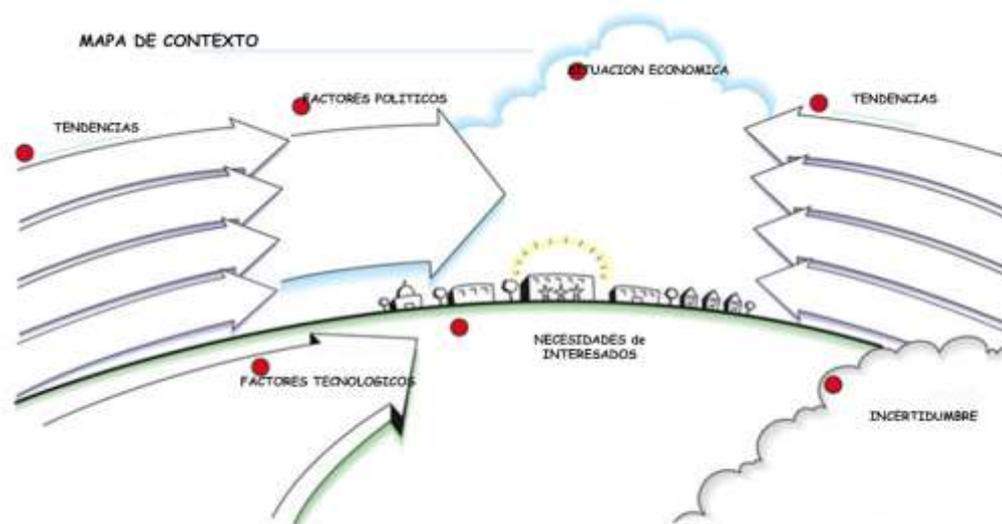


Figura 8.16. Mapa de Contexto (Gray et al., 2010)

- *Gráfico de plan de juego (Graphic Gameplan)*, es técnica que facilita la configuración de la propuesta debido a que ayuda a determinar la misión, objetivos, etapas, recursos, desafíos y factores de éxito que apoyan el plan y cualquier desafío que el equipo debe enfrentar (Gray et al., 2010). La Figura 8.17 presenta los elementos antes mencionados. El mecanismo para llenar el gráfico es similar al anterior pero se inicia por los objetivos, y se continúa con las etapas, recursos factores de éxito y desafíos. A partir de la información de este gráfico se puede crear la propuesta y su justificación destacando el valor que proporcionará a los interesados llevarla a cabo.

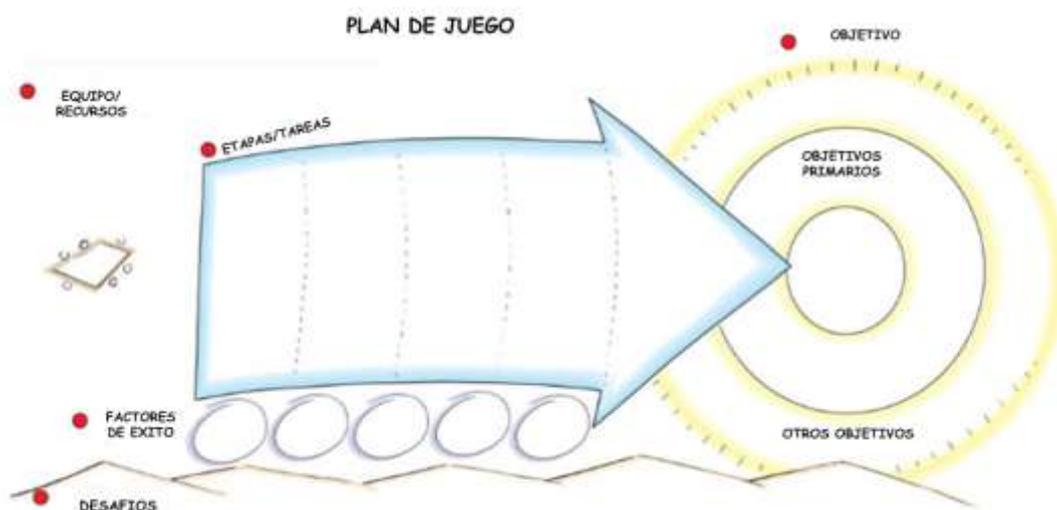


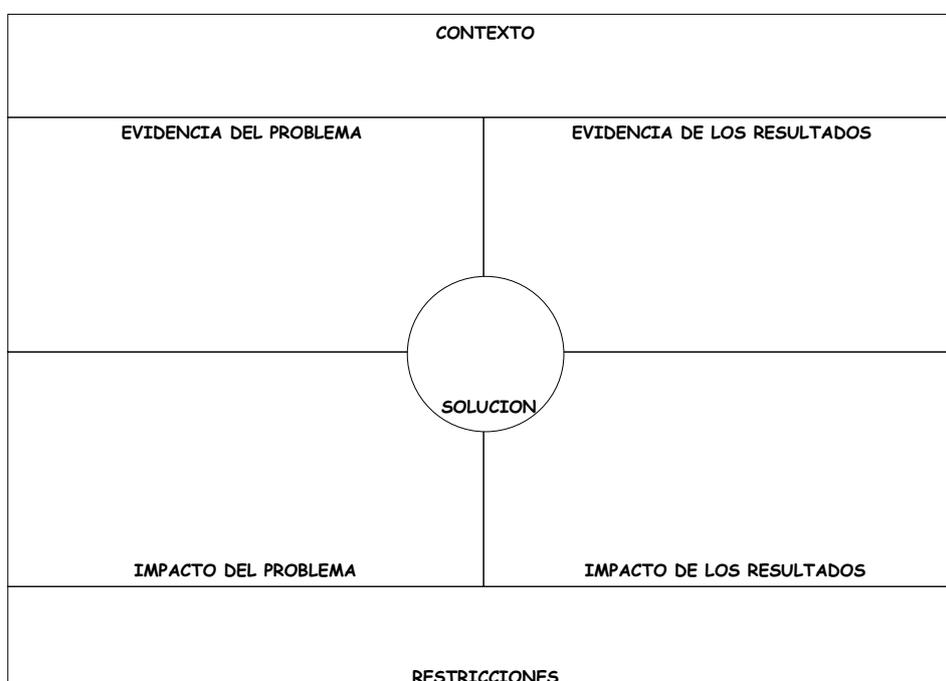
Figura 8.17. Mapa de Plan de Juego (Gray et al., 2010)

- *Visión general de una oportunidad Franklin-Covey (Franklin-Covey Opportunity Overview)* es una técnica presentada en innovation games<sup>13</sup>. Se basa en la visión general de la oportunidad de ventas de Franklin-Covey (*FranklinCovey Sales Opportunity Overview*). El objetivo de esta técnica es alcanzar una mejor comprensión

<sup>13</sup> <http://www.innovationgames.com/franklin-covey-opportunity-overview/>

del problema de los interesados para poder persuadirles, mediante un argumento solvente, sobre la conveniencia de adquirir una solución de software. En la Figura 8.18 se presentan los elementos que deben capturarse:

- Solución, corresponde al software que se propone como solución.
- Contexto, recoge los factores externos que deben ser considerados al momento de negociar el producto, tales como la economía, la demografía, la historia con los clientes.
- Restricciones, recoge las limitaciones que en el pasado han impedido que la microempresa haga frente al problema, tales como financiación y la demanda.
- Evidencia de los resultados, recoge los hechos o información (cuantitativa y cualitativa) sobre el éxito que puede tener la solución.
- Evidencia del problema, recoge los hechos o información (cuantitativa y cualitativa) que demuestran que el problema existe.
- Impacto del problema, recoge las consecuencias y efectos del problema tales como el costo que representa para la organización interesada en la solución.
- Impacto de los resultados, recoge los beneficios que se obtendrán si se aplica la solución de software propuesta.



**Figura 8.18. Visión general de una oportunidad de ventas.**

**Criterios de validación:** Para comprobar que el progreso de esta fase, se deberá establecer el estado en el que se encuentra:

- Se ha identificado una oportunidad de negocio en base a las necesidades, expectativas y contexto de los interesados.
- Se ha determinado que la oportunidad de negocio requiere una solución basada en software.
- Se ha identificado el grupo de interesados potenciales, principalmente cuales de los interesados financiarán la solución basada en el software.
- Se ha identificado claramente las partes de la oportunidad solventada por la propuesta.
- Se ha creado una propuesta viable sobre la oportunidad de negocio, identificando y considerando las restricciones y limitaciones sobre las expectativas.

- Se ha remitido la propuesta a los interesados.

**Salidas:** Los artefactos de salida a obtener como consecuencia de la ejecución de esta fase son: la propuesta basada en las necesidades y expectativas de los interesados atendiendo el contexto.

### 8.3.2 FASE 1. Negociación

**Objetivo:** El objetivo de esta fase es alcanzar un acuerdo con los patrocinadores para plasmar la propuesta en un contrato que atendiendo al contexto permita continuar con la siguiente fase.

**Entradas:** Los artefactos de entrada necesarios para poder comenzar la realización de esta actividad son: la propuesta atendiendo al contexto.

**Roles:** Los roles que participan en esta actividad son: Interesados (Patrocinadores, Grupo Objetivo de Usuarios), Gerente/Propietario(s), Jefe de Proyecto.

**Técnicas:** En esta fase se combinan las reuniones con varias técnicas de mapas mentales (véase Figura 8.19) cuyo fin es promover la comunicación, la cooperación y facilitar los acuerdos entre las partes involucradas de forma que todos se sientan satisfechos de los resultados. Se intenta alcanzar una situación ganar-ganar (*win-win*).

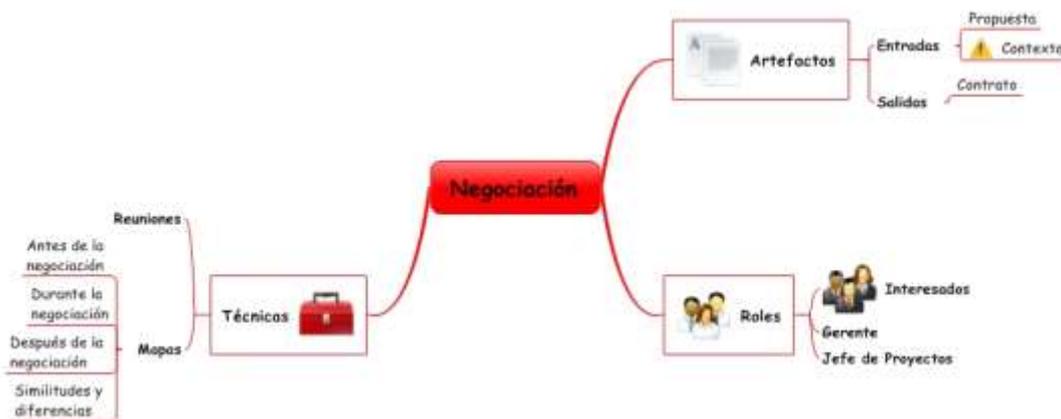
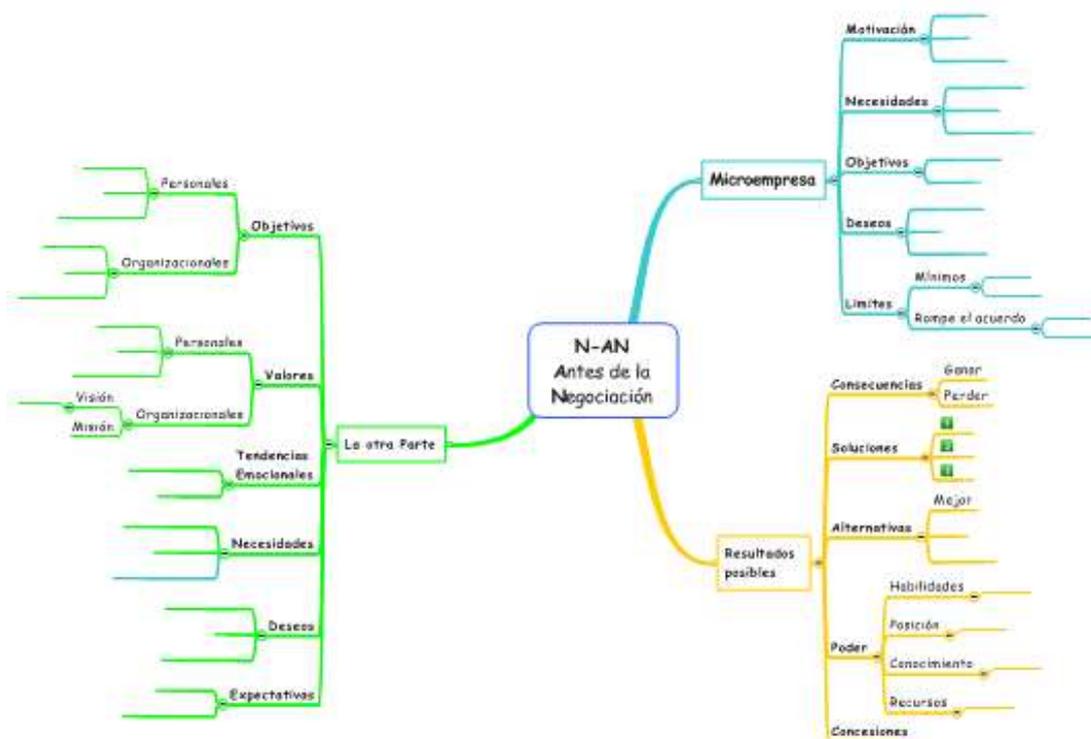


Figura 8.19. Técnicas para Fase de Negociación

- Mapas Mentales antes, durante y después de las reuniones de negociación es la propuesta de Buzan (Buzan & Griffiths, 2013), se basa en que un factor de éxito importante en una negociación es disponer de la información necesaria para convencer a otros de que las ideas que se propone son favorables a ambas partes. A continuación se describen los tres tipos de mapas.
  - Antes de la negociación, un mapa es útil para comprender la posición de ambas partes (mapa del territorio) y por ende facilitar la negociación. La Figura 8.20 presenta los aspectos relevantes que se debe incluir :
    1. Microempresa, objetivos, motivos, necesidades, deseos y límites (las condiciones mínimas aceptables y aquellas que rompen la posibilidad de alcanzar un acuerdo).
    2. La otra parte, sus objetivos empresariales y personales - pertenecientes a quien realiza la negociación -, valores y creencias empresariales y personales - pertenecientes a quien realiza la negociación -, tendencias emocionales, necesidades, deseos y expectativas.

3. Resultados esperados, las consecuencias de ganar o perder, posibles concesiones, alternativas para alcanzar un acuerdo, balance de poder y posibles soluciones.



**Figura 8.20. Mapa para preparar la negociación**

- Durante la negociación, un mapa es útil para promover la participación y guiar la negociación con el fin de estructurar y registrar las contribuciones de ambas partes a la negociación. Al final de la reunión el mapa puede ayudar a los participantes a lograr una conclusión que satisfaga a ambas partes. La Figura 8.21 presenta una guía de referencia para ayudar a construir una vista lógica y equilibrada de la negociación. A continuación se describe cómo se propone utilizar el mapa mientras transcurre el proceso de negociación.
  1. Agenda, en esta fase se establece cuáles son los elementos que se están negociando sin llegar a concesiones ni hacer acuerdos. Se sugiere considerar: el asunto que debe ser negociado, las personas que estarán involucradas y su rol en la negociación, los plazos que ambas partes están trabajando, y los puntos importantes que necesitan ser acordados, tales como el precio, el cronograma de entregas, los plazos de pago, la calidad del producto e incluso instrucciones para el despliegue del software.
  2. Partes involucradas, en esta fase cada parte por turnos debe reflejar claramente, mediante argumentos, los objetivos que desea alcanzar en la negociación para que la otra parte comprenda su posición.
  3. Debate, en esta fase cada parte tiene la oportunidad de fortalecer su posición. Estratégicamente este es el mejor momento para exponer las debilidades de la posición de la otra parte. Se debe registrar los argumentos que vayan surgiendo, y se puede utilizar la información recogida en el mapa de preparación de la negociación para persuadirle de cambiar su posición.

4. Exploración, en esta fase una vez realizado el debate se pueden explorar las posibles opciones y variables que no se hayan discutido. La idea es cubrir las áreas de acuerdos y diferencias que se han presentado.
5. Paquete, en esta fase se debe identificar otras propuestas y concesiones que permitan que se logre un acuerdo final.
6. Cierre, en esta fase se cierra el trato aceptando los términos del acuerdo y asegurándose de que es favorable para ambas partes. Además, es conveniente determinar cómo se realizará su cumplimiento.

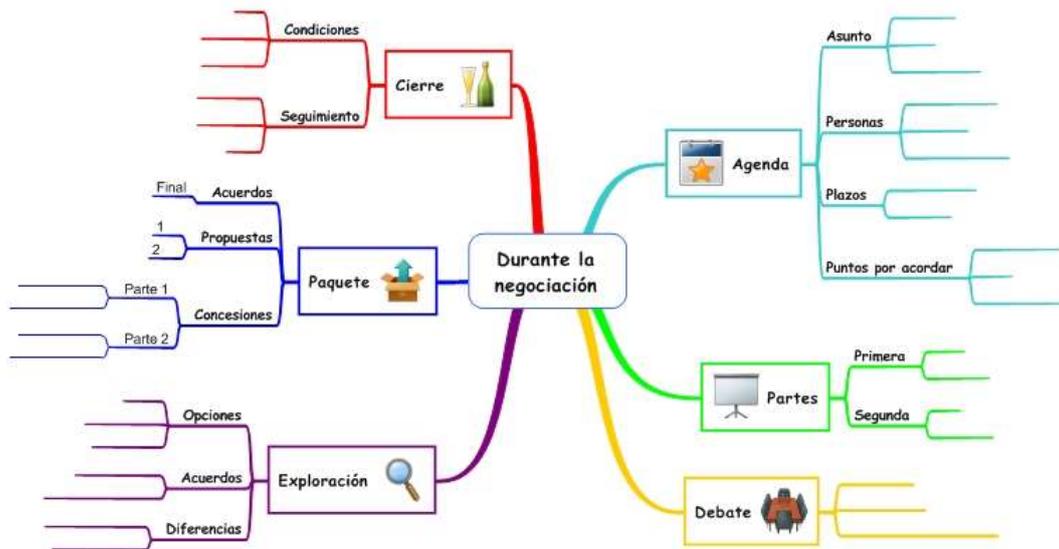


Figura 8.21. Mapa creado durante la negociación

- Después de la negociación, cuando no ha sido posible alcanzar un acuerdo, un mapa facilita superar los obstáculos que impiden llegar una situación ganar-ganar. En la Figura 8.22 se presentan las categorías que permiten identificar los factores que obstaculizan encontrar una solución. Se propone considerar:
  1. Dinero, si el tema relacionado con los pagos está en punto muerto, se deben considerar enfoques alternativos tales como una tabla de pagos, que contemple un depósito inicial, o periodos de pago más cortos o más largos.
  2. Personas, si el bloqueo se debe a la personalidad de quienes negocian, se puede tratar de cambiar a las personas involucradas.
  3. Riesgo, cambiar el alcance del riesgo compartido entre las partes puede restaurar la confianza y facilitar acuerdos.
  4. Plazos, modificar los plazos de entrega.
  5. Recalendarizar, para eliminar la incertidumbre. Se puede posponer algunos puntos del acuerdo para una fecha posterior, es decir cuando se tenga más información sobre el tema.
  6. Protección, crear una mayor sensación de seguridad y protección para el cliente garantizando su satisfacción mediante la recomendación de procedimientos de queja y garantía.
  7. Contrato, cambiar el tipo de contrato. Se pueden considerar precio fijo, precio reducido, basados en el tiempo o porcentajes tales como el ahorro, el aumento de ventas o la rentabilidad creada.

8. Términos, cambios en las especificaciones o términos del acuerdo.
9. Solución, finalmente en base a todos los aspectos relevantes incluir la solución alcanzada.

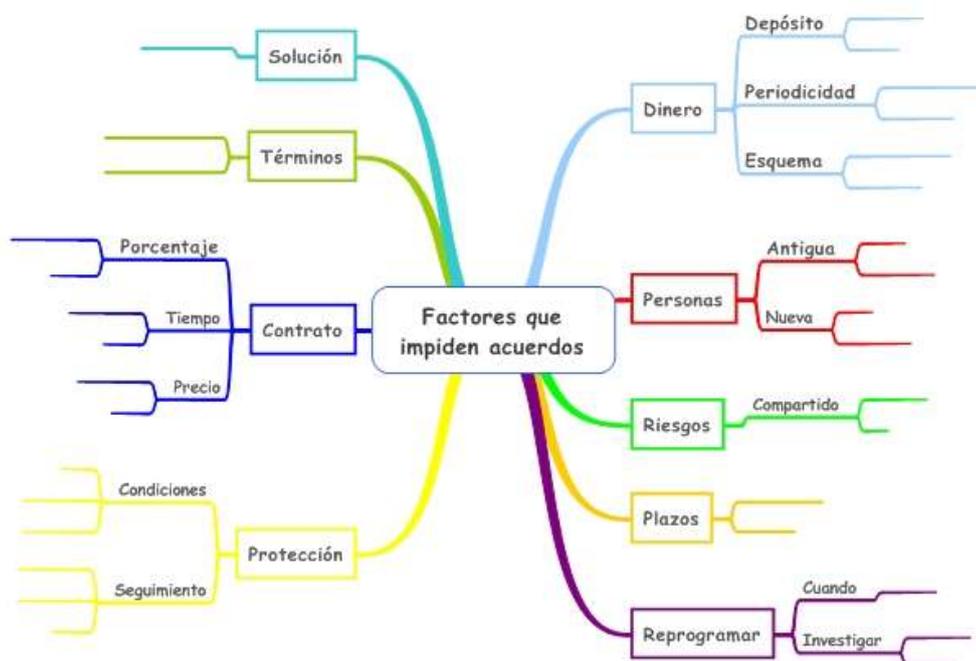


Figura 8.22. Mapa para determinar los factores que impiden un acuerdo

- *Mapa de similitudes y diferencias*, se presenta en la Figura 8.23, puede ser útil durante el proceso de negociación y para realizar su cierre puesto que ayuda a explorar en detalle las áreas de acuerdo – similitudes - y desacuerdo – diferencias - de las partes interesadas. Además, si es necesario comprometer un acuerdo se puede elaborar un mapa semejante que presente por un lado, las concesiones y los desacuerdos realizados por cada parte, y por otro lado, las alternativas para superar las diferencias de forma que se tenga una visión global del estado de la negociación sin perder de vista las concesiones realizadas.

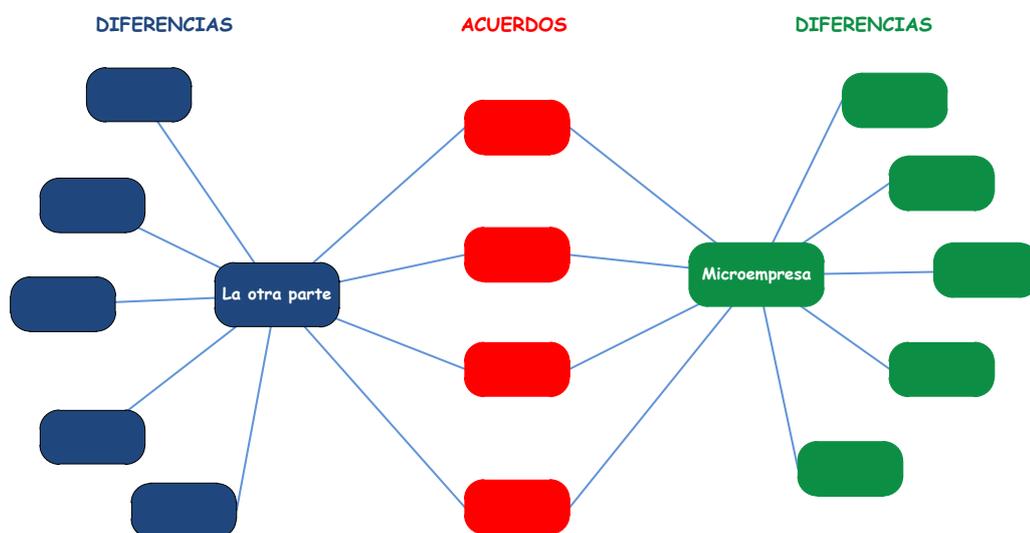


Figura 8.23. Mapa de similitudes y diferencias

**Criterios de validación:** Para comprobar que el progreso de esta fase, se deberá establecer estado en el que se encuentra:

- Se han hecho explícitas las asunciones y/o supuestos.
- Se ha identificado los desacuerdos y sus obstáculos.
- Se ha planteado opciones (incluyendo concesiones) basadas en los obstáculos que permitan llegar a un acuerdo.
- Se ha alcanzado un acuerdo.
- Se ha firmado el Contrato.
- Se ha legalizado el Contrato.

**Salidas:** Los artefactos de salida a obtener como consecuencia de la ejecución de esta fase son: el contrato.

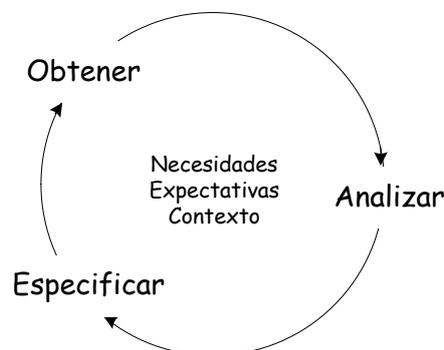
### 8.3.3 FASE 2. Análisis de Requerimientos de Software

**Objetivo:** El objetivo de esta fase es comprender las necesidades, alinear las expectativas y capturar el contexto de forma que se logre definir una serie de requerimientos con el nivel de detalle suficiente para que puedan ser transformados por el equipo de desarrollo en la solución de software propuesta en el contrato.

**Entradas:** Los artefactos de entrada necesarios para poder comenzar la realización de esta actividad son: Propuesta y Contrato. Además, siempre que sea necesario se debe hacer explícito el contexto.

**Roles:** Los roles que participan en esta actividad son: Interesados (Patrocinadores, Grupo Objetivo de Usuarios), Jefe de Proyecto, Líder técnico (cuando sea necesario), y Desarrollador con capacidad de análisis suficiente para especificar los requerimientos derivados de la propuesta presentada.

**Técnicas:** Independientemente de la técnica aplicada, esta fase tiene una naturaleza cíclica (véase Figura 8.24). El ciclo se inicia cuando se obtiene algo de información, se sigue con su análisis, es decir se estudia lo que se aprendió, y finalmente se especifica algunos requerimientos (Wieggers & Beatty, 2013). Sin embargo, en este proceso se puede descubrir que falta información, por ende se requiere obtener más información que obliga a continuar el ciclo. Esto significa que serán necesarias varias reuniones para obtener la información antes de seguir con la próxima fase.



**Figura 8.24. Naturaleza cíclica de la obtención, análisis y especificación de requerimientos**

De ahí que las técnicas propuestas para esta fase se concentran en las que sirven para indagar y por ende identificar u obtener información sobre las necesidades, expectativas y contexto de los interesados, y aquellas que sirven para representarlos (véase Figura 8.25). En

el primer grupo están las reuniones combinadas con la observación, talleres y juego de roles. En el segundo grupo están los escenarios, casos de usuario, historias de usuario, *storyboarding* y descripciones planas aplicando lenguaje natural, claro y sencillo, que evite la ambigüedad.

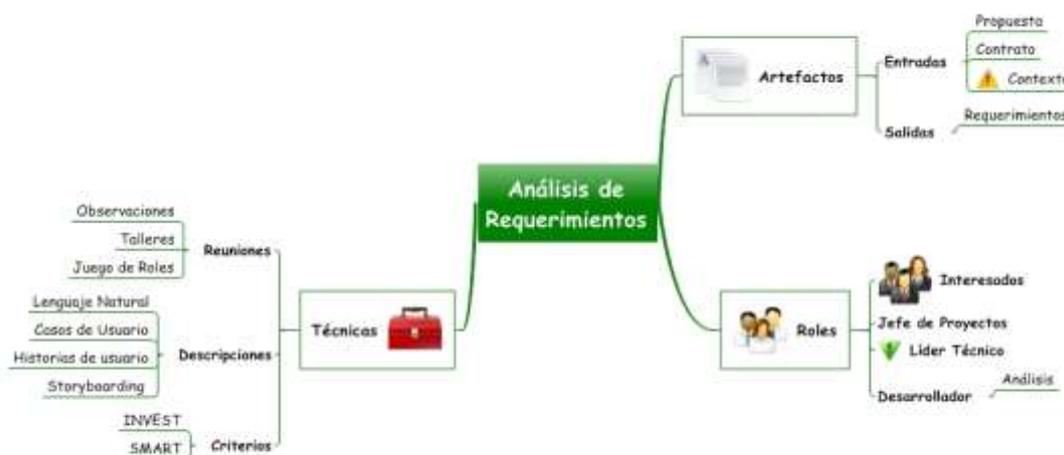


Figura 8.25. Técnicas para la Fase de Análisis de Requerimientos

La escritura colaborativa es recomendable para todos los tipos de representación de requerimientos. De ahí que puede ser provechoso combinar otras técnicas tales como la lluvia de ideas y mapas mentales. Finalmente, en esta fase es útil tener presente al momento de describir los requerimientos las siguientes dos propuestas de criterios<sup>14</sup>, INVEST y SMART.

- INVEST, que es un acrónimo mnemotécnico formado por las siguientes seis características aplicadas a historias de usuario.
  1. Independiente (Independent), la historia debe ser autónoma, de forma que no hay dependencia inherente a otra historia de usuario.
  2. Negociable (Negotiable), la historia siempre puede ser cambiada y reescrita, mientras no sea parte de una iteración.
  3. Valioso (Valuable), la historia debe proporcionar un valor para el usuario final.
  4. Estimable (Estimable), siempre debe ser posible estimar el tamaño de una historia de usuario.
  5. Pequeño (Small), la historia debe tener un tamaño que permita que sea posible planificar/priorizar con un cierto nivel de certeza.
  6. Comprobable (Testable), la historia o su descripción deben proporcionar la información necesaria para hacer posible el desarrollo de la prueba.

El criterio INVEST se ha utilizado para que los desarrolladores evalúen historias de usuario por medio de una escala de Likert de cinco puntos (Harbers, Detweiler, & Neerincx, 2015). Además, Buglione y Abran (Buglione & Abran, 2013) utilizaron este criterio para mejorar la técnica de medición de historias de usuario, introduciendo unidades de tamaño y una técnica para negociar requerimientos.

- SMART, que es un acrónimo mnemotécnico formado por las siguientes cinco características para crear objetivos, las cuales son aplicables también a las tareas que se desprenden de los requerimientos.
  1. Específico (Specific), una tarea debe ser lo bastante específico para que todos puedan comprender qué implica.

<sup>14</sup> <http://xp123.com/articles/invest-in-good-stories-and-smart-tasks/>

2. Medible (**M**asurable), la medida más importante es saber si se puede marcar como realizada, el equipo debe acordar lo que esto significa, pero debe considerar si
  - a. "hace lo que está intentando",
  - b. "las pruebas están incluidas", y
  - c. "se ha aplicado refactorización en el código".
3. Alcanzable (**A**chievable), el desarrollador debe ser capaz de realizar (lograr) la tarea.
4. Relevante (**R**elevant), cada tarea debe ser relevante y contribuir a la historia a la que pertenece.
5. Periodo de tiempo (**T**ime-boxed), una tarea debe estar limitada a un periodo de tiempo específico de forma que el desarrollador sepa cuándo debe buscar ayuda. Además si una tarea es más difícil de lo esperado, esta debe ser dividida o reasignada de forma que la tarea pueda ser realizada.

El criterio SMART es comúnmente aceptado como una buena descripción de objetivos en la Gestión por Objetivos. De hecho, según el SPI Manifiesto (Pries-Heje & Johansen, 2010) este tipo de definición de objetivos resulta útil para no perder el foco. Además, este criterio se ha utilizado para diseñar una plantilla de especificación de indicadores de desempeño de procesos - *PPI* por sus siglas en inglés *Process Performance Indicators* - (del-Río-Ortega, Resinas Arias de Reyna, Durán Toro, & Ruiz-Cortés, 2012).

A su vez, ambos criterios pueden ser adaptados para ser aplicados por los desarrolladores a otros tipos de representación de requerimientos.

**Criterios de validación:** Para comprobar que el progreso de esta fase, se deberá establecer el estado en el que se encuentra:

- Se ha comprendido las necesidades de los interesados.
- Se ha establecido claramente la racionalidad de los requerimientos.
- Se ha alineado las expectativas atendiendo al contexto.
- Se ha identificado el grupo de interesados involucrados en el desarrollo del software
- Se ha definido los requerimientos considerando cómo deben ser probados (véase apartado 8.3.6 FASE 5. Pruebas de Software).
- Los interesados han aceptado que los requerimientos describen una solución aceptable.
- Se ha creado un repositorio para almacenar los productos de trabajo que se creen.

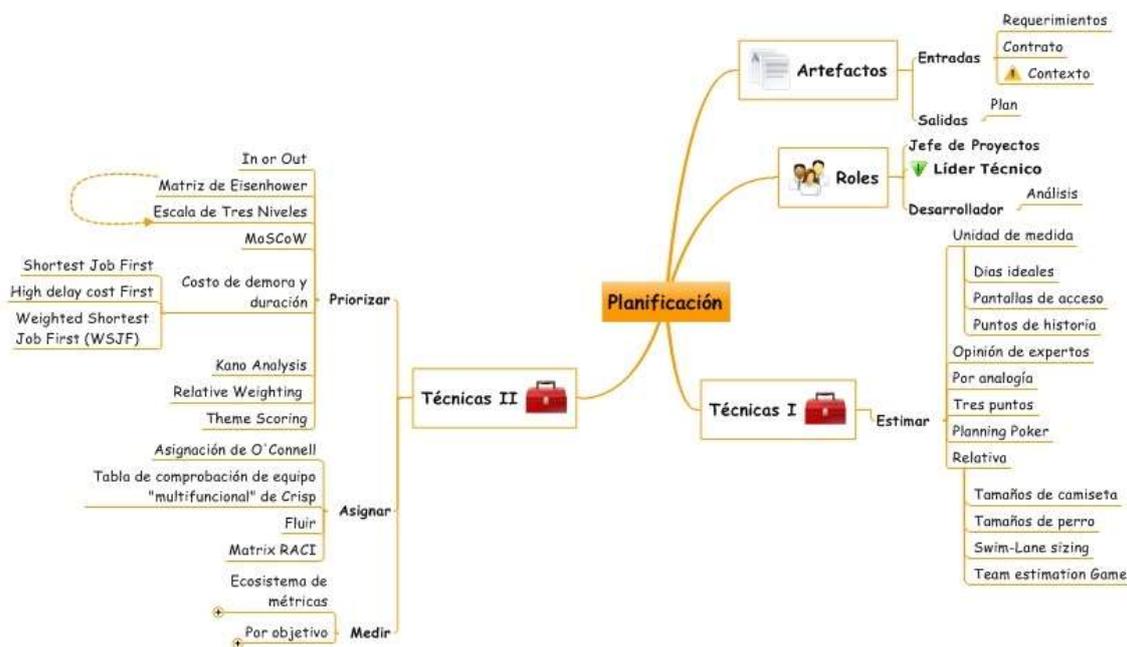
**Salidas:** Los artefactos de salida a obtener como consecuencia de la ejecución esta fase son: los requerimientos.

### 8.3.4 FASE 3. Planificación

**Objetivo:** El objetivo de esta fase es crear un plan con el nivel de detalle suficiente para que apoye en la gestión del desarrollo del software considerando las pruebas de software (véase apartado 8.3.6). Además, en esta fase se debe incluir el mantenimiento de la infraestructura requerida tanto para el desarrollo como para las pruebas de software.

**Entradas:** Los artefactos de entrada necesarios para poder comenzar la realización de esta actividad son: los requerimientos y el contrato. Además, siempre que sea necesario se debe hacer explícito el contexto.

**Roles:** Los roles que participan en esta actividad son: Jefe de Proyecto, Líder técnico (cuando sea necesario) y Desarrollador con capacidad de análisis suficiente para determinar la prioridad, asignación y estimación de cada requerimiento.



**Figura 8.26. Técnicas para Fase de Planificación**

**Técnicas:** Las técnicas propuestas para esta fase se presentan en la Figura 8.26. Estas técnicas se enfocan en cómo establecer la prioridad, asignación y estimación de los requerimientos. Finalmente, se propone dos enfoques para establecer métricas.

Para estimar se debe contemplar primero la unidad de medida que se utilizará para aplicar la técnica de estimación. En este caso se proponen tres posibles unidades:

- *Días ideales* es una técnica que propone estimar atendiendo los días necesarios para que el equipo pueda completar un objetivo, sin considerar interrupciones. Para pasar a días reales hay que aplicar un factor de corrección que puede ir del 60 % al 70 % de dedicación real al proyecto. Asimismo, habrá que tener en cuenta un margen para imprevistos. Los días ideales son más fáciles de explicar fuera del equipo y en principio son más fáciles de estimar (Cohn, 2005).
- *Pantallas de acceso (login)* es una técnica que propone estimar considerando el esfuerzo y tiempo que toma desarrollar una pantalla de acceso. Esta referencia puede resultar interesante debido a que implica al menos una tabla de base de datos, un conjunto de servicios para validar datos, crear la sesión, gestionar excepciones, un formulario del lado del cliente con dos campos de texto y un botón, y validaciones tales como, contraseña, campos vacíos, usuario no existente, entre otras.
- *Puntos de historia de usuario* es una técnica que propone estimar la complejidad que tiene cada historia de usuario. Se basa en el hecho de que un equipo en un proyecto determinado es capaz de completar un número similar de puntos de historia en cada iteración (“velocidad”).

Los puntos de historia ayudan a impulsar el comportamiento multifuncional facilitando la discusión entre los distintos miembros de un equipo. Los puntos de historia no se cambian porque no dependen de la experiencia del equipo. Los puntos de historia son una medida pura de tamaño y son enteramente abstractos porque a diferencia de los días ideales no se cae en la tentación de compararlos con los días reales evitando el

problema de que “*mis días ideales no son vuestros días ideales*”. Además, los puntos de historias permiten alejar el pensamiento de las tareas individuales y por ende generalmente es más rápido determinar su valor (Cohn, 2005).

Una vez determinada la unidad de medida se puede aplicar la técnica que resulte más apropiada para estimar los requerimientos establecidos. A continuación se proponen algunas técnicas apropiadas para el entorno microempresa.

- *Opinión de expertos* es un enfoque basado en la opinión de expertos para la estimación. Se enfoca en preguntarle a un experto cuánto tiempo va a tomar o qué tan grande será cada requerimiento. El experto confía en su experiencia, intuición o sensaciones y proporciona una estimación. Sin embargo, resulta difícil encontrar expertos adecuados que pueden evaluar el esfuerzo.  
El beneficio de esta técnica es que por lo general no se necesita mucho tiempo. Típicamente, un desarrollador lee un requerimiento, tal vez hace una pregunta aclaratoria o dos, y después ofrece una estimación basada en su intuición y experiencia. Incluso hay evidencia de que este tipo de estimación es más precisa que otros enfoques más analíticos (Johnson, 2002).
- *Estimación por analogía* es una técnica alternativa a la opinión de expertos, que propone estimar la duración real de un requerimiento analizando uno similar realizado anteriormente como base para la estimación de la duración de un requerimiento futuro. Se puede utilizar cuando hay una cantidad limitada de información detallada sobre el proyecto. La estimación de la duración por analogía es más fiable cuando los requerimientos previos han sido similares de hecho y no sólo en apariencia, y los miembros del equipo del proyecto que preparan las estimaciones tienen la experiencia necesaria. Esto se conoce como triangulación, y consiste en comparar el requerimiento que se estima frente a un par de otros requerimientos.
- *Tres-puntos o Valor esperado (Three-point or expected value)* es una técnica que se puede combinar usando datos históricos o la intuición para estimar un valor optimista, un valor más parecido y un valor pesimista para cada requerimiento. Se proporciona una indicación implícita del grado de incertidumbre cuando se especifica un rango de valores. Así, el valor esperado del tamaño del requerimiento estimado  $T$  (tamaño) se puede calcular como un promedio ponderado de las estimaciones optimistas ( $T_{opt}$ ), más probables ( $T_{pro}$ ), y pesimistas ( $T_{pes}$ ).

$$T = \frac{T_{opt} + 4T_{pro} + T_{pes}}{6}$$

**Figura 8.27. Estimación Three-point or expected value**

La Figura 8.27 presenta un ejemplo que da credibilidad a la estimación mediante pesos, puesto que da más peso a la estimación "más probable" y sigue una distribución beta, la cual es una distribución de probabilidad continua. Se supone que existe una muy pequeña probabilidad de que el resultado de la estimación del tamaño real esté fuera de los valores optimistas o pesimistas.

- *Planning Poker* es una técnica basada en una lista de características que deben ser entregadas y una baraja de cartas (Cohn, 2005). Antes de empezar un *planning poker* hay que definir la unidad que se va a utilizar para medir. La idea es presentar una característica, y abrir una discusión de preguntas y aclaraciones. Después, todos los miembros del equipo seleccionan una carta de la baraja que representa su estimación, la cual se presenta una vez que todos han hecho su selección. Se trata de buscar un consenso, por ello después de cada estimación, se realizan rondas de discusiones con

quienes han hecho las más altas y bajas estimaciones, y se vuelve a estimar hasta lograr un consenso.

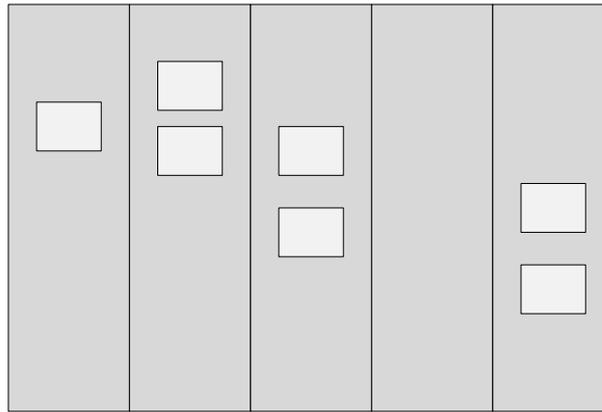
La lista de características, por lo general es una lista de historias de usuario que describen el software que necesita ser desarrollado. Las cartas en la baraja están numeradas. Una baraja típica contiene cartas con la secuencia de Fibonacci incluyendo un cero: 0, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89. Otras barajas utilizan progresiones similares. La razón para utilizar la secuencia de Fibonacci es reflejar la incertidumbre inherente en la estimación. Un tipo de baraja muy común utiliza la siguiente secuencia: 0, ½, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 20, 40, 100, y adicionalmente dos tarjetas, una con signo de interrogación (?) y otra con signo de infinito ( $\infty$ ), que pueden ser usadas para declarar completa incertidumbre o desconocimiento de la característica.

- *Tamaños de camisetas (T-Shirt sizing)* es una técnica que propone clasificar los requerimientos acorde a los tamaños de las camisetas (Davis, 2012): Small, Medium y Large (véase Figura 8.28-a). Historias XL se consideran demasiado grandes para entrar en una iteración y por ello deben ser fraccionadas en historias más pequeñas. El equipo debe primero establecer los supuestos sobre los cuales se definen los tamaños. El tamaño relativo libera a quienes estiman de la dificultad de estimar con precisión los puntos de historia. Aunque, finalmente al tamaño de la camiseta se puede asignar un valor en una unidad de medida basada en la experiencia del equipo de desarrollo. De esta forma se podría determinar los puntos de la historia y establecer un valor para la velocidad del equipo.



Figura 8.28. Estimación relativa: a. Tamaños de camiseta, b. Tamaños de perro

- *Tamaños de perro (Dog estimates)* es otra forma de estimación relativa propuesta por Cohn (2005) que utiliza el tamaño relativo de los perros (véase Figura 8.28-b). Así pues, un chihuahua equivale a 2 puntos de la historia, y un gran danés a 13. Un beagle es aproximadamente el doble del tamaño de un Chihuahua, por lo que podría ser un 5. Un Labrador es más grande que un beagle, pero más pequeño que un gran danés, por lo que es tal vez un 8. Una vez definido el tamaño relativo, se puede colocar los requerimientos en sus lugares relativos en la escala de perro (*dog scale*).
- *Carriles de piscina (Swim-Lane sizing)* es una técnica que propone clasificar los requerimientos acorde a su complejidad en las columnas de un tablero (similar a los carriles de una piscina). El orden de las columnas determina la complejidad relativa, es decir, los ítems más simples en las columnas de la izquierda y los más complejos en las columnas de derecha (véase Figura 8.29). Además, con un procedimiento similar al del *poker planning*, se puede lograr un consenso y una valoración de la complejidad de cada columna que sirve como estimación.



**Figura 8.29. Carriles de piscina (Swim-Lane sizing)**

- *Juego de Estimación del equipo (Team Estimation Game)* es una técnica parecida a *Swim-Lane sizing* en la cual Steve Bockman (Davis, 2012), propone encontrar las relaciones relativas entre los requerimientos. Por turnos quienes participan colocan los requerimientos en grupos acorde a la dificultad que ellos estiman, permite que siempre se puedan hacer preguntas sobre los requerimientos agrupados por otros y reubicarlos. Cada grupo se ordena por su grado de dificultad, los más simples a la izquierda y hacia la derecha los más complejos. Finalmente, se procede a asignar una unidad de medida a cada grupo empezando por el grupo central.

Determinar la prioridad es difícil, y existen muchas formas de hacerlo. La priorización puede incluir consideraciones sobre el valor para el cliente, el valor del negocio, el riesgo técnico o del negocio, costo, dificultad de implementación, tiempo de mercado, cumplimiento de políticas o regulaciones, la ventaja competitiva del mercado, y los compromisos contractuales (Wiegiers & Beatty, 2013). Además, Wiegiers y Beatty (2013) señalan que el éxito del establecimiento de prioridades requiere de una comprensión de seis temas:

1. Las necesidades de los clientes
2. La importancia relativa de los requisitos para los clientes
3. El momento en el que las capacidades deben ser entregadas
4. Requerimientos que sirven como precursores para otros requerimientos y otras relaciones entre los requerimientos.
5. Cuales requerimientos deben ser implementados como un grupo
6. El costo de satisfacer cada requerimiento

Considerando lo anterior, a continuación se proponen aquellas técnicas que resultan aplicables dentro del entorno microempresa.

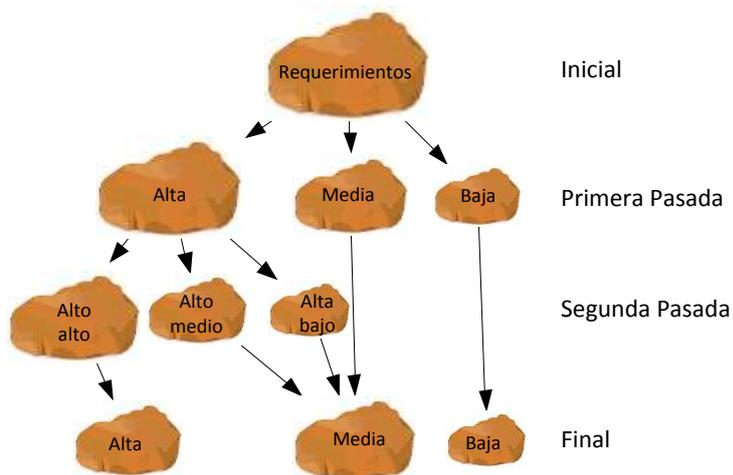
- *In or Out (Adentro o afuera)* es la más simple de todas las técnicas de asignación de prioridades. Consiste en tener un grupo de interesados trabajando en una lista de requerimientos y hacer una decisión binaria con dos posibles acciones: está dentro, o está fuera. Para tomar esta decisión se debe tomar como referencia los objetivos de negocio del proyecto, manteniendo la lista con lo mínimo necesario para el primer lanzamiento. Entonces, cuando la implementación de esa versión de software está en marcha, se retoman los requerimientos que están "fuera" y se pasa por el proceso de nuevo para la próxima versión del software.
- *Matriz de Eisenhower* es una técnica apoyada en el uso de cuatro cuadrantes para determinar aquello que "necesita" ser hecho y decidir lo que debe ser una prioridad (véase Figura 8.30).

	Importante	No Importante
Urgente	Prioridad Alta	No hacer Nada
No Urgente	Prioridad Media	Prioridad Baja

**Figura 8.30. Priorizar requerimientos: Matriz de Eisenhower**

Una forma de evaluar la prioridad es tener en cuenta dos dimensiones: importancia y urgencia (Covey, 2004). Cada requisito puede ser considerado importante para lograr los objetivos de negocio o no tan importante, y urgente o no tan urgente. Estas escalas de priorización son subjetivas e imprecisas. Para que la escala sea de utilidad, las partes interesadas deben ponerse de acuerdo sobre el significado de cada nivel en la escala que utilizan. Esta es una evaluación relativa de un conjunto de requerimientos, no es una distinción binaria absoluta. Como muestra la Figura 8.30-a, estas alternativas producen cuatro combinaciones posibles, que se puede utilizar para definir una escala de prioridades:

- Requerimientos de alta prioridad son importantes y urgentes. Las obligaciones contractuales o de cumplimiento podrían determinar que un requisito específico deba ser incluido, o puede haber razones comerciales de peso para incorporarlo de inmediato. Si se puede esperar para implementar un requisito en una versión posterior sin consecuencias adversas, entonces por esta definición no es de alta prioridad.
- Requerimientos de prioridad media son importantes pero no urgentes, y por lo tanto pueden esperar a una versión posterior.
- Requerimientos de baja prioridad no son ni importantes, ni urgentes.
- Requerimientos en el cuarto cuadrante parecen ser urgentes para alguna de las partes interesadas, pero en realidad no son importantes para la consecución de los objetivos de negocio. No añaden valor suficiente para el producto y no es necesario trabajarlos.
- *Escala de tres niveles (Three-level scale)* es una técnica que está basada en la *Matriz de Eisenhower*, a partir de la cual es posible realizar la priorización de forma iterativa (Covey, 2004). Una vez que los requerimientos están agrupados en las categorías: alta, media o baja prioridad. Si el número de requisitos de alta prioridad es grande y no se está convencido de que todos ellos realmente deben ser entregados en la próxima versión, se debe realizar una partición de segundo nivel de los de alta prioridad en tres grupos. Se podrían denominar alto-alto, alto-medio, alto-bajo, para no perder su origen. Los requisitos de calificación "alto-alto" se convierten en su nuevo grupo de requisitos de alta prioridad. Los grupos de los requisitos de "alto-medio" y "alto-bajo" en el grupo de prioridad media inicial (véase Figura 8.31). Ayuda en esta tarea considerar como criterio de referencia "*debe estar en la próxima versión o la versión no es entregable*", puesto que mantiene al equipo enfocado en los requerimientos que realmente son de alta prioridad.



**Figura 8.31. Escala de tres niveles**

- MoSCoW es una técnica similar a la *Matriz de Eisenhower*, fue desarrollado por Dai Clegg y utilizado ampliamente en el *Dynamic Systems Development Method (DSDM)*. El nombre de la técnica es un acrónimo derivado de la primera letra de las siguientes cuatro categorías de priorización que utiliza.

  1. Debe estar (***Must have***)
  2. Debería estar (***Should have***)
  3. Podría tenerse (***Could have***), y
  4. Me gustaría, pero no se conseguirá (***Would like but won't get***)

En esta técnica todos los requisitos son importantes, pero se priorizan para ofrecer los beneficios de negocio, más inmediatos y grandes, lo antes posible (véase Figura 8.32). Los desarrolladores inicialmente tratan de entregar todos los requerimientos en el siguiente orden; primero los que debe tenerse (***Must have***), después los que deberían estar (***Should have***) y finalmente los que podrían estar (***Could have***). Las dos últimas clasificaciones pueden descartarse si el plazo de entrega se ve amenazado. La razón es que los primeros requerimientos son críticos y su prioridad es alta y no negociable, de forma que si no están hacen que la solución sea inválida.

REQUERIMIENTOS	PRIORIDADES			
	M	S	C	W
R1	X			
R2		X		
...				
Rn			X	

**Figura 8.32. Priorizar requerimientos: MoSCoW**

Por otro lado, Reinertsen (2009) propuso tres técnicas basadas en los siguientes dos factores: costo de demora (CD) y duración/esfuerzo (E). La Tabla 8.7 indica que cuando el costo de demora no varía, la técnica de priorización es hacer primero el trabajo más pequeño (*Shortest Job First*). Así mismo, cuando la duración/esfuerzo no varía, la técnica de priorización es iniciar por los trabajos de alto costo de demora (*High delay cost First*). Finalmente, cuando el costo de

demora y la duración/esfuerzo varían se debe hacer el trabajo más pesado y más corto primero (*Weighted Shortest Job First*).

( Si ) Costo de Demora	( Y ) Duración/Esfuerzo	( Entonces ) Enfoque de Priorización
Son iguales	Varían	<i>Shortest Job First</i>
Varían	Son iguales	<i>High delay cost First</i>
Varían	Varían	<i>Weighted Shortest Job First (WSJF)</i>

Tabla 8.7. Diferentes Principios de Priorización

- *Primero el trabajo más corto (Shortest Job First)* es una técnica que propone hacer el trabajo más corto (el más pequeño), porque produce los mejores beneficios económicos considerando que el costo de la demora no varía entre cada trabajo (véase Figura 8.33).

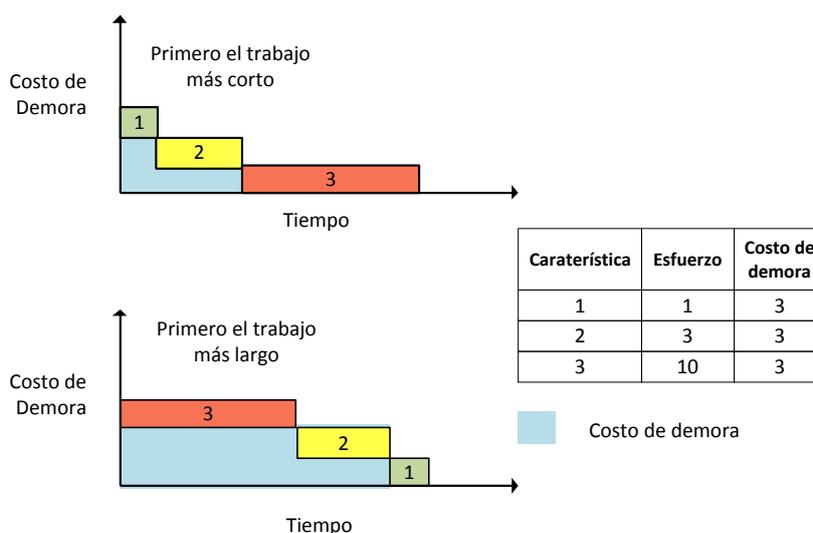


Figura 8.33. Primero el trabajo más corto (Reinertsen, 2009)

- *Primero el costo de demora más alto (High delay cost First)* es una técnica que propone hacer primero aquellas cosas que tengan el costo de demora más elevado, porque produce los mejores beneficios económicos considerando que la duración no varía entre cada trabajo (véase Figura 8.34).

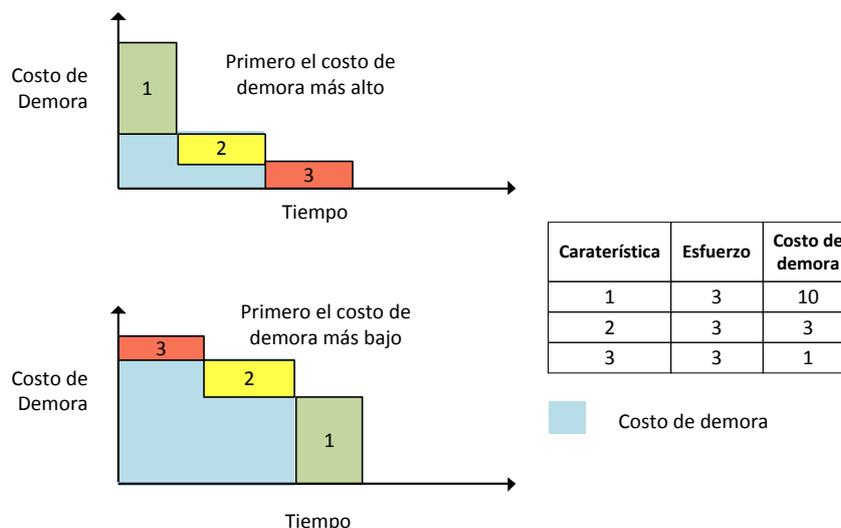
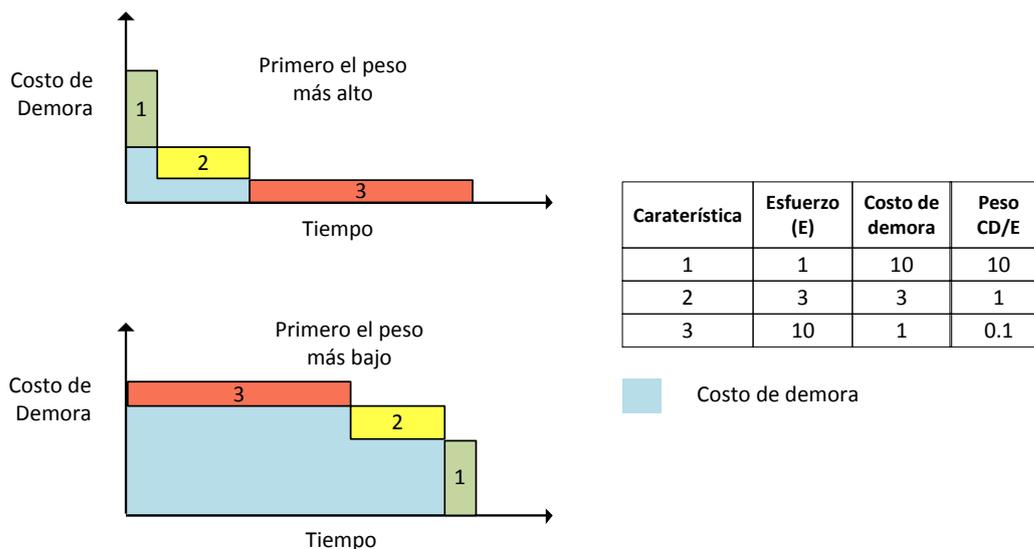


Figura 8.34. Primero el costo de demora más alto (Reinertsen, 2009)

- WSJF (Weighted Shortest Job First)** es una técnica en la cual el trabajo más pesado y más corto se hace primero, supone que tanto la duración como el costo de demora varían (véase Figura 8.35). Fue creado por Dean Leffingwell, y está basado en los principios económicos Lean. Para conocer la prioridad se requiere determinar el peso proveniente del costo de demora (CD) y esfuerzo que nos llevará completar el trabajo (E). Para mantener la coherencia con las estimaciones relativas se puede utilizar el valor de los puntos calculado por medio de *Poker Planning*. Finalmente, se puede calcular el peso de las funcionalidades como  $WSJF=CD/E$ . La funcionalidad de peso más alto se hace primero, si hay un empate, elegimos la de menor duración. De esta manera se asegura la entrega del mayor valor lo antes posible.



**Figura 8.35. Primero el trabajo más pesado y más corto (Weighted Shortest Job First) (Reinertsen, 2009)**

A continuación se describe como calcular el costo de demora considerando el modelo propuesto por Leffingwell (2010). Este modelo se basa en los siguientes tres factores: Valor de negocio/usuario, Valor de Criticidad de tiempo, Valor de Reducción de Riesgo/Oportunidad.

1. Valor de negocio/usuario: Valor potencial para los ojos del usuario. ¿Cuál es el valor relativo de esta funcionalidad para el negocio o el cliente? Aquí se puede utilizar como medida: pérdida potencial de ganancias o mercado, ventaja sobre la competencia, reputación, penalización y multas, etc.
2. Valor de Criticidad de tiempo: cómo el valor de negocio/usuario decae con el tiempo. ¿Existe un tiempo fijo de entrega? ¿Qué pasa si no entregamos “a tiempo”? ¿Cuán crítica es esta funcionalidad?. Este valor se basa en la satisfacción del usuario o cliente sobre la percepción de entrega “en tiempo y forma” o urgencia: si nos demoramos es posible que haya encontrado otra solución, si entregamos pronto puede que cometamos errores y no sea la solución adecuada.
3. Valor de Reducción de Riesgo/Oportunidad: el valor en términos de mitigación de un riesgo o la explotación de una oportunidad. ¿Esta inversión nos traerá nuevas oportunidades? ¿Reduce algún riesgo si invertimos en esta actividad y no en otra? ¿Evitamos una penalización si entregamos esta funcionalidad?

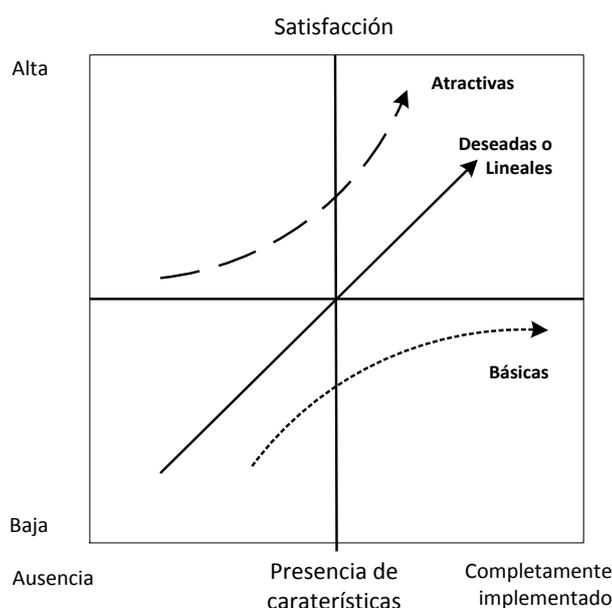
Para calcular el costo de demora, a cada uno de estos tres atributos se le asigna su propio valor individual, en este caso es importante definir una escala uniforme de

valores de medida como la secuencia de Fibonacci o una escala de 1 (más bajo) a 10 (la más alta). El coste total de demora (CD) es la suma de los tres costos de retardo individuales (véase Tabla 8.8).

Característica	Costo de Demora (CD)				Duración/ Esfuerzo	WSJF
	Usuario	Tiempo	Riesgo	Total		
A	4	9	8	21	4	5.3
B	8	4	3	15	6	2.5
C	6	6	6	18	5	5.6
<b>Leyenda:</b>	Escala donde 1 lo más bajo, 10 lo más alto Total es la suma de CD (Usuario + Tiempo + Riesgo/Oportunidad) WSFJ es calculado como Total (CD) / Esfuerzo (E)					

**Tabla 8.8. Ejemplo de priorización mediante WSJF**

- *Kano Analysis* es una técnica basada en el análisis de factores influyentes sobre los resultados de una encuesta, la idea es establecer el grado de satisfacción del cliente. Noriaki Kano determinó que hay seis factores que influyen en la satisfacción del cliente (véase Figura 8.36), y los clasificó en:
  1. Atractivos: Generan un valor extra si los incluimos como característica del producto, y si no estuvieran no causarían insatisfacción. El cliente posiblemente no lo espera, y cuando lo recibe es un factor sorpresa agradable.
  2. Deseados o lineales (o de rendimiento): Son los atributos que se espera que mínimamente estén incluidos, es decir son la razón de ser del software.
  3. Básicos o requeridos: Son los atributos que no pueden faltar.
  4. Indiferentes: No se los percibe como ni buenos ni malos. Si se eliminan se evita el esfuerzo de producción.
  5. Rechazados: A los interesados no les gusta esta funcionalidad. Si se dejan causar insatisfacción por lo que es mejor eliminarlos.
  6. Dudosos: Encontramos contradicciones o inconsistencias en el análisis de las respuestas. Pueden indicar que necesitamos segmentar a los encuestados. El que exista la posibilidad de obtener respuestas contradictorias (dudosas o cuestionables) da la oportunidad de evitar ambigüedades dentro del análisis funcional.



**Figura 8.36. Kano Analysis (factores)**

Trasladando a prioridades:

1. Prioridad 1: Básicos o requeridos. El cliente espera que definitivamente se incluya esta funcionalidad en el producto.
2. Prioridad 2: Deseados o lineales. Se selecciona la funcionalidad clave, que aporte un valor importante para el usuario.
3. Prioridad 3: Atractivos. Se incluyen para que nuestro cliente quede satisfecho con el resultado, Se seleccionan dos o tres actividades que le den un valor agregado de calidad y satisfacción al producto.
4. Eliminar: Todo el resto.

Para evaluar si realmente se necesita la funcionalidad en el producto se utilizan encuestas con sólo dos preguntas: una negativa, y otra positiva.

- Pregunta positiva (funcional): Si tu <producto> tuviera <funcionalidad>, ¿cómo te sentirías?
- Pregunta negativa (disfuncional): Si tu <producto> no tuviera <funcionalidad>, ¿cómo te sentirías?

Se establecen cinco opciones de respuesta genéricas (para agruparlas bajo los mismos parámetros de medida): 1. Me gustaría, 2. Espero que sea así, 3. Me daría igual, 4. Podría tolerarlo, 5. No me gustaría. Se requiere una muestra válida de usuarios que completen la encuesta. Después se hace la categorización de la información de las preguntas (positivas y negativas) y respuestas como se muestra en la Tabla 8.9.

Característica	Pregunta disfuncional (negativa)					
		a	b	c	d	e
Pregunta Funcional (positiva)	a	D	A	A	A	L
	b	R	I	I	I	B
	c	R	I	I	I	B
	d	R	I	I	I	B
	e	R	R	R	R	D
<b>Leyenda:</b>						
Atractivo (A)			Indiferente (I)			
Lineal (L)			Rechazo (R)			
Básico (B)			Dudoso (D)			

**Tabla 8.9. Kano Analysis (cruce de respuestas)**

Si se repite el proceso sobre 20 a 30 encuestas, sus respuestas pueden ser agregadas y su distribución determinada tal como se muestra en la Tabla 8.10. Al examinar esta tabla se debe analizar las 3 prioridades antes mencionadas (atractivos, lineales y básicos). Al analizar la Tabla 8.10, queda claro que la característica A es Lineal y la característica B es Básico. Para las respuestas con factor dudoso se puede reformular las preguntas. Si aparecen dos respuestas con valores similares predominantes es necesario revisar la muestra de encuestados tal como ocurre con la característica C. De esta forma se incluirán las funcionalidades con las que el cliente quedará muy satisfecho.

Característica	A	L	B	I	R	D	Categoría
A	18.4	43.8	22.8	12.8	1.7	0.5	Lineal
B	8.30	30.90	54.30	4.20	1.40	0.90	Basico
C	39.1	14.8	36.6	8.2	0.2	1.1	Atractivo / Básico
<b>Leyenda:</b>							
Atractivo (A)		Indiferente (I)					
Lineal (L)		Rechazo (R)					
Básico (B)		Dudoso (D)					

Tabla 8.10. Kano Analysis (distribución de respuestas)

- *Relative Weighting* es una técnica con enfoque similar a Kano, donde Karl Wieggers ha recomendado un enfoque que considera tanto el beneficio positivo de la presencia de una característica como el impacto negativo de su ausencia (Wieggers, 1999). En lugar de utilizar cuestionarios, este enfoque se basa en la opinión de expertos. El equipo evalúa cada característica a ser considerada en la próxima versión. Cada característica se evalúa en términos de los beneficios que traerá en caso de implementarse, así como los perjuicios que se derivan si no se implementa. Al igual que con las estimaciones de puntos de la historia y el momento ideal, las estimaciones de beneficios y perjuicios son relativos. Se utiliza una escala de 1 a 9.

En la Tabla 8.11 se presenta un ejemplo (Cohn, 2005), donde la suma de la columna "Valor Total" representa el valor total de la entrega de cada característica. Para calcular la columna "Valor %" (contribución relativa de cada característica) se divide cada "Valor Total" para la sumatoria de la columna "Valor Total". En la columna "Estimación" se tiene su valor en una unidad de medida como los puntos de historia o días ideales. Al igual que con la columna "Valor Total", la columna de la "Estimación" se totaliza. El porcentaje de cada estimación se calcula en la columna "Costo %". Finalmente, la columna "Prioridad" se calcula dividiendo el "Valor %" entre el "Costo%". Los números más altos representan mayor prioridad porque van a crear más valor considerando el esfuerzo invertido en ellos (relación valor-costos).

Característica	Beneficio Relativo	Prejuicio Relativo	Valor Total	Valor %	Estimación	Costo %	Prioridad
A	8	6	14	42.42%	32	52.46%	0.81
B	9	2	11	33.33%	21	34.43%	0.97
C	3	5	8	24.24%	8	13.11%	1.848
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>13</b>	<b>33</b>	<b>100.00%</b>	<b>61</b>	<b>100.00%</b>	
<b>Leyenda:</b>							
Valor Total = Beneficio Relativo + Prejuicio Relativo							
Valor % = Valor Total / SUMA(Valor Total)							
Costo % = Estimación / SUMA(Estimación)							
Prioridad = Valor % / Costo %							

Tabla 8.11. El enfoque Relative Weighting

- *Theme Scoring* es una técnica para priorizar grupos de requerimientos (temas) mediante la asignación de diferentes pesos a cada tema (Cohn, 2005). El primer paso es identificar los diferentes criterios para la priorización. A cada criterio se le asigna un valor en porcentaje considerando que todos los criterios deben sumar hasta el 100%. Después, se debe seleccionar un tema como línea base. Este tema debe ser comprendido por la mayoría de los miembros del equipo y debe ser probable que se incluya en la siguiente versión.

Criterios	Pesos	Tema A		Tema B		Tema C	
		Rango	Puntuación Ponderada	Rango	Puntuación Ponderada	Rango	Puntuación Ponderada
A	25%	3	0.75	1	0.25	4	1.00
B	10%	2	0.20	3	0.30	3	0.30
C	15%	3	0.45	4	0.60	4	0.60
D	50%	5	2.50	2	1.00	3	1.50
Puntuación			3.90		2.15		3.40
Rango			1		3		2
Continuar ?			SI		NO		SI
<b>Leyenda:</b>							
<b>RANGO</b>	1 = mucho peor		2 = peor		3 = igual		
	4 = mejor		5 = mucho mejor				

Tabla 8.12. Theme scoring

Se debe evaluar cada tema en función del tema de la línea base, a cada tema se le debe colocar su puntuación en una escala de 1 a 5, donde 1 significa un mal cumplimiento de los criterios y 5 significa un buen cumplimiento de los criterios (véase Tabla 8.12). Después se calcula la puntuación ponderada considerando los rangos de cada tema y los pesos de cada criterio. Finalmente, se suma la puntuación ponderada. Es conveniente trabajar con un tema de referencia que tenga un valor de 3 debido a que se hace más fácil comparar los otros temas.

En relación a la asignación de los miembros de un equipo a los requerimientos interesan dos aspectos: el cognitivo y el conativo.

1. El cognitivo KAS (por sus siglas en inglés **K**nowledge, **A**ilities, **S**kills), corresponde a la capacidad técnica:
  - a. Los conocimientos para realizar la tarea
  - b. La capacidad para realizarla, y
  - c. La experiencia sobre la materia
2. El conativo MAC (por sus siglas en inglés **M**otivation, **A**ttachment, **C**onfidence), corresponde a la voluntad:
  - a. La motivación de la persona,
  - b. El compromiso que asumirá, y
  - c. La seguridad que tiene en si para realizarla (confianza)

A partir de ahí, se pueden aplicar distintos enfoques de asignación. Sin embargo, a continuación se proponen cuatro técnicas aplicables al entorno microempresa.

- O'Connell (2001) propone que existen las siguientes cinco posibilidades para realizar la mejor asignación posible.
  - Puede realizar el trabajo y quiere realizarlo, situación ideal.
  - Puede realizar el trabajo y accede realizarlo, es necesario motivar a la persona y buscar trabajos que se le ajusten.
  - Puede realizar el trabajo pero no está dispuesto a realizarlo, existen problemas que deben ser resueltos.
  - Puede ser formado para realizar el trabajo, está bien sobre todo si en el futuro la persona puede estar en la categoría uno. Sin embargo se debe estar dispuesto a:
    - Gastar dinero y tiempo en formación.
    - Modificar el cronograma para incluir la formación.
    - Soportar una sobrecarga en la gestión, y
    - Encarar el riesgo de que no funcione bien.

- No puede realizar el trabajo, por lo que hay que buscar apoyo externo.

El Jefe del Proyecto es quien realiza la asignación, considerando también la “disponibilidad”. Por lo tanto, el Jefe del Proyecto debe llenar el formulario que se presenta en la Figura 8.37. Este formulario está compuesto por cuatro columnas: Requerimiento, Persona, Categoría (1 a 5, antes mencionadas) y Confianza (Si/No).

REQUERIMIENTO	PERSONA	CATEGORIA (1, 2, 3, 4, 5)	Confianza	
			SI	NO

**Figura 8.37. Formulario de asignación de requerimientos (O’Connell, 2001)**

En el caso de la categoría 4, cuando no sea posible obtener exactamente las habilidades que el equipo requiere en su inicio, se debe considerar que el conjunto de habilidades deseado podría evolucionar con el tiempo a la par de las necesidades del esfuerzo de desarrollo del producto. Por lo tanto, es fundamental contar con un entorno donde las personas están constantemente aprendiendo e incrementando su conjunto de habilidades. La gestión debe apoyar a los miembros del equipo con el tiempo para aprender y experimentar tal como se propone en algunas técnicas del apartado 8.3.5.

- La tabla de comprobación de lo “multifuncional” que es un equipo, es una técnica que evalúa las habilidades necesarias para construir un producto. Esta técnica es una adaptación de Crisp<sup>15</sup> (véase Tabla 8.13).

	Habilidades necesarias para construir un producto			
Equipo	Web	C++	Testing	BdD
Persona A				*
Persona B		*	●	
Persona C	*			
Persona D			*	
<b>Leyenda:</b>	* = experto		● = puede desenvolverse	

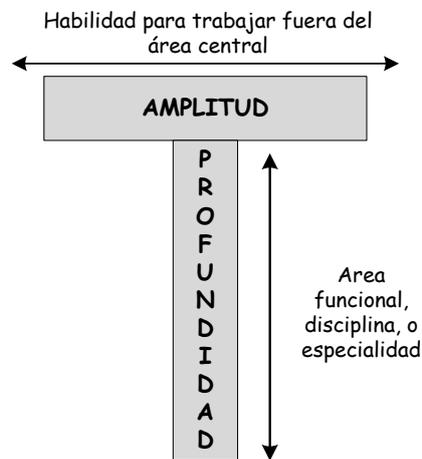
**Tabla 8.13. Tabla de comprobación de “multifuncional” que es un equipo**

En las columnas de la Tabla 8.13, se escriben las principales competencias necesarias para construir el producto. En las filas se coloca los nombres de las personas del equipo. Después se puntúa dentro de la tabla el grado de habilidad de cada persona respecto a cada habilidad. Un asterisco significa que la persona es un experto. Un punto significa que la persona no es experta pero podría desenvolverse en esa área debido a que conoce lo suficiente o puede aprender y está dispuesto a hacerlo. Se deja en blanco cuando una persona desconozca por completo el área o se niegue a abordarla. Cada columna debería tener como mínimo un asterisco y, al menos, un punto u otro asterisco.

<sup>15</sup> <http://blog.crisp.se/2009/02/27/henrikkniberg/1235769840000>

En este caso, si un equipo no tiene una persona que desempeñe una habilidad importante para implementar un requerimiento en el producto, esto significa que existe una dependencia. Se dependerá de al menos una persona, la cual es buena en ese trabajo, y de al menos una persona adicional quien puede ayudar cuando sea necesario, de forma que el equipo no estará completamente desamparado en caso de que la primera persona no pueda apoyar al equipo.

La idea es alcanzar un equipo multifuncional, es decir un equipo que posea todas las habilidades necesarias para lograr completar el trabajo, sin depender (o dependiendo mínimamente) de otras personas fuera del equipo. No significa que todo el mundo dentro del equipo sepa hacer de todo, significa que el equipo en su conjunto es autosuficiente y tiene el conocimiento y habilidades necesarias para construir la parte del producto que le toca y que la especialidad de cada miembro puede ser complementada por algún otro miembro del equipo. Los miembros del equipo deben contar con un conjunto de habilidades generales que le permitan trabajar fuera de su área central de conocimientos (véase la Figura 8.38), esto se conoce como habilidades en forma de T (*T-shaped skills*) (Rubin, 2012).



**Figura 8.38. Asignación: a. Habilidades en forma de T (Rubin, 2012)**

- Considerando las habilidades de una persona, es deseable que la persona pueda enfocarse por completo en la tarea que se desprende de un requerimiento. Esta concentración o absorción completa, donde la persona está inmersa en lo que está haciendo, desde el punto de vista de la psicología se conoce como fluir (“flow”). En este estado la gente es más feliz según Csikszentmihalyi (2008). Es decir, es un estado óptimo de motivación intrínseca, se caracteriza por una sensación de gran libertad, gozo, compromiso y habilidad, durante la cual las sensaciones temporales (la hora, la comida y el yo) suelen ignorarse. Para alcanzar un estado de fluir, debe alcanzarse un estado de equilibrio entre el desafío de la tarea y la habilidad de quien la realiza (véase la Figura 8.39). Si la tarea es demasiado fácil (provocará aburrimiento) o demasiado difícil (provocará ansiedad), y el fluir no ocurre. Para promover el estado de fluir se debe considerar lo siguiente:
  1. La persona se siente desafiada pero no aburrida ni frustrada. Existe un balance entre la habilidad de la persona y el requerimiento asignado (desafío).
  2. El objetivo de la actividad es clara, es decir, existe una clara conexión entre las tareas a realizar y el objetivo que la persona está intentado alcanzar. Asimismo, las reglas de la actividad deben estar claras.

3. Continua e inmediata retroalimentación del progreso para alcanzar el objetivo y refuerzo positivo.
4. Concentración y atención (*focus*) en la tarea sin interrupciones.

Muller y Fritz (2015) proveen evidencia empírica sobre las emociones que experimentan los desarrolladores. Los resultados indican que existen oportunidades para mejorar la productividad mediante la detección de los estados de flujo o atasco que experimentan. Además, Murphy (2014) indica que los desarrolladores de software pueden mejorar su flujo en una tarea integrando nuevos estilos de interacción en las herramientas de desarrollo que utilizan.

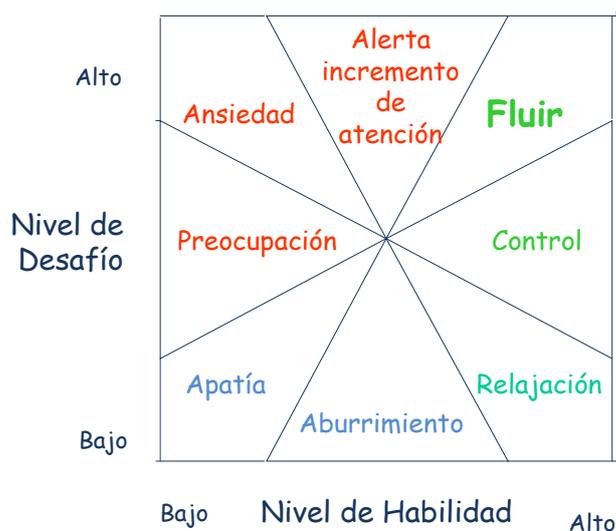


Figura 8.39. Estado Mental según el Modelo de Fluir (Csikszentmihalyi, 2008)

- En el PMBOK (Project Management Institute, 2013) para para ilustrar las relaciones entre las actividades o los paquetes de trabajo y los miembros del equipo, se propone una matriz de asignación de responsabilidades (RAM por sus siglas en inglés *Responsibility Assignment Matrix*). En particular, se menciona la matriz RACI, que es el acrónimo de las palabras en inglés:
  - Encargado (**R**esponsible), corresponde a la persona que efectivamente realiza el trabajo. Normalmente hay una sola persona con este tipo de rol, aunque otros pueden asumir este rol cuando se delega, si existe más de un encargado, entonces el trabajo debería ser subdividido en un nivel más bajo.
  - Responsable (**A**ccountable), corresponde a la persona que se responsabiliza de que la tarea se realice y es el que debe rendir cuentas sobre su ejecución. Sólo puede existir una persona que deba rendir cuentas (A) de que la tarea sea ejecutada por su encargado (R).
  - Consultado (**C**onsulted), corresponde a la persona que puede ser consultada por el encargado.
  - Informado (**I**nformed), corresponde a la persona que debe ser informada cuando la actividad inicio o termina.

El formato matricial (véase Tabla 8.14) permite asegurar que exista una sola persona responsable (A) de rendir cuentas por una tarea determinada a fin de evitar confusiones. Una entrada "R" para (actividad, persona) indica que persona está encargada. Cabe definir roles en lugar de personas, por ejemplo para la actividad "entregar código fuente" y la columna "desarrollador" la entrada es "R". Además,

existen otras variaciones de esta matriz tales como RACI-VS que incluyen otras responsabilidades tales como Soporte (*Support*), Verificador (*Verify*), y Signatario o firmante (*Sign*) (Yaeli & Klinger, 2008). En el caso de que casi cualquier miembro de un equipo pueda realizar un conjunto de tareas se puede asignar responsables por área, teniendo en cuenta que la responsabilidad se puede rotar periódicamente.

MATRIZ RACI	PERSONA			
	A	B	C	D
ACTIVIDAD				
ACTIVIDAD A	A	R	I	I
ACTIVIDAD B	I	A	R	C
ACTIVIDAD C	I	A	R	C
ACTIVIDAD D	A	C	I	R

Encargado (R), Responsable (A), Consultado (C), Informado (I)

**Tabla 8.14. Matriz RACI (Project Management Institute, 2013)**

Finalmente, se propone establecer la estrategia con la que se recogerán las métricas que se utilizarán durante la fase de desarrollo. A continuación se describen dos tipos de planteamientos.

- El ecosistema de métricas propuesto por (Appelo, 2010) que se presenta en la Tabla 8.15. Este contempla siete dimensiones medibles en proyectos de software: funcionalidad, calidad, herramientas, personas, tiempo, proceso y valor. La idea detrás de las métricas es comprender que es lo que realmente está pasando en el sistema. Para iniciar se pueden considerar menos de siete dimensiones y crear métricas que orienten como se está realizando el trabajo con el fin de aprender y mejorarlo, es importante no perseguir la métrica como un objetivo en sí misma.

Dimensión	Ejemplo de Métrica
<b>Funcionalidad</b>	Puntos de Historia completados (velocidad)
<b>Calidad</b>	Problemas reportados después de las pruebas (testers)
<b>Herramientas</b>	Costo por mes
<b>Personas</b>	Impedimentos reportados por los miembros del equipo
<b>Tiempo</b>	Días restantes hasta el despliegue en producción El tiempo medio para hacer un cambio
<b>Proceso</b>	Listas de comprobación completadas
<b>Valor</b>	Aumento en el uso de usuarios por minuto

**Tabla 8.15. Ecosistema de métricas (Appelo, 2010)**

Además, Appelo propone evaluar las cosas que se miden regularmente y ver si ellas ayudan a aprender cómo mejorar. Por ejemplo: el Jefe del Proyecto debe listar a los interesados (incluyendo el equipo y los grupos a los que él pertenece) y verificar si está midiendo su desempeño desde cada una de las perspectivas de los interesados.

- Para las pequeñas organizaciones, Pressman (2009) propone comenzar centrándose no en la medición, sino más bien en los resultados. Se enfoca en la premisa de "mantenerlo simple" (*"Keep it simple"*). El equipo de software es consultado para definir un único objetivo que requiere mejoras. Por ejemplo: "reducir el tiempo para evaluar y ejecutar las solicitudes de cambio". En este caso se puede seleccionar y recoger el siguiente conjunto de medidas:

- Tiempo (horas o días) transcurrido desde el momento se realiza una solicitud hasta que la evaluación es realizada,  $t_{cola}$ .
- Esfuerzo (horas-persona) para llevar a cabo la evaluación,  $W_{eval}$ .
- Tiempo (horas o días) transcurrido desde la finalización de la evaluación hasta la asignación de la solicitud de cambio al personal,  $t_{eval}$ .
- Esfuerzo (horas-persona) necesario para realizar el cambio,  $W_{cambio}$ .
- Tiempo requerido (horas o días) para hacer el cambio,  $t_{Cambio}$ .
- Los errores descubiertos durante el trabajo de hacer el cambio,  $E_{cambio}$ .
- Los defectos descubiertos después de que el cambio se entrega al cliente,  $D_{Cambio}$ .

Una vez que se han recogido estas medidas para un número de solicitudes de cambio, es posible calcular el tiempo total transcurrido desde el solicitud de cambio hasta la implementación del cambio, y el porcentaje de tiempo transcurrido desde la puesta en cola, la evaluación y la asignación del cambio, e implementación del cambio. Así mismo, se puede calcular el porcentaje de esfuerzo requerido para la evaluación y la implementación. Estas métricas pueden ser evaluadas en el contexto de la calidad de los datos,  $E_{cambio}$  y  $D_{cambio}$ . Los porcentajes dan una idea de donde el proceso de solicitud de cambio se ralentiza y puede conducir a medidas de mejora de procesos para reducir  $t_{cola}$ ,  $W_{eval}$ ,  $t_{eval}$ ,  $W_{cambio}$  y/o  $E_{cambio}$ . Además, la eficiencia en la eliminación de defectos (EED) puede calcularse como el tiempo transcurrido y el esfuerzo total para determinar el impacto de las actividades de aseguramiento de la calidad en el tiempo y el esfuerzo necesarios para hacer un cambio (véase Figura 8.40).

$$EED = \frac{E}{E + D}$$

**Figura 8.40. Métrica de Eficiencia en la eliminación de defectos**

La planificación debe contemplar iteraciones cortas, en cada una de las cuales se agrupan los requisitos de forma que la retroalimentación sea continua y lo más inmediata que sea posible.

**Criterios de validación:** Para comprobar que el progreso de esta fase, se deberá establecer el estado en el que se encuentra:

- Se ha establecido las estimaciones de los requerimientos.
- Se ha establecido claramente la prioridad para los requerimientos.
- Se ha establecido claramente el valor derivado de implementar los requerimientos.
- Se ha establecido claramente el límite de la solución propuesta.
- Se han acordado los criterios para seleccionar la arquitectura.
- Se ha establecido la infraestructura para los ambientes de desarrollo, pruebas y producción.
- Se ha establecido las métricas que se recogerán durante el desarrollo del software.
- Se ha asignado el equipo de desarrollo y éste se encuentra comprometido.
- Los interesados han aceptado que el plan es viable.
- Se están almacenando los productos de trabajo en el repositorio.

**Salidas:** Los artefactos de salida a obtener como consecuencia de la ejecución de esta fase son: Un plan que incluye la asignación, priorización y estimación de los requerimientos, junto con una estrategia de las métricas que se recogerán durante las siguientes fases.

### 8.3.5 FASE 4. Desarrollo de Software

**Objetivo:** El objetivo de esta fase es gestionar al equipo de desarrollo para que coopere activamente en la construcción del software.

**Entradas:** Los artefactos de entrada necesarios para poder comenzar la realización de esta actividad son: Requerimientos y Plan. Además, siempre que sea necesario se debe hacer explícito el contexto.

**Roles:** Los roles que participan en esta actividad son: Jefe de Proyecto, Líder técnico (cuando sea necesario), equipo de desarrolladores con capacidad suficiente para el análisis, desarrollo y pruebas del software.

**Técnicas:** Las técnicas propuestas para esta fase se presentan en la Figura 8.41. Estas técnicas están enfocadas en promover la cooperación mediante relaciones personales cercanas que fomenten el aprendizaje, por lo tanto se propone ampliar el conocimiento sobre el comportamiento y la personalidad de los miembros del equipo, lo cual permite además establecer mecanismos de motivación y comunicación que facilitan la definición de valores, la toma de decisiones (delegación) y la retroalimentación.

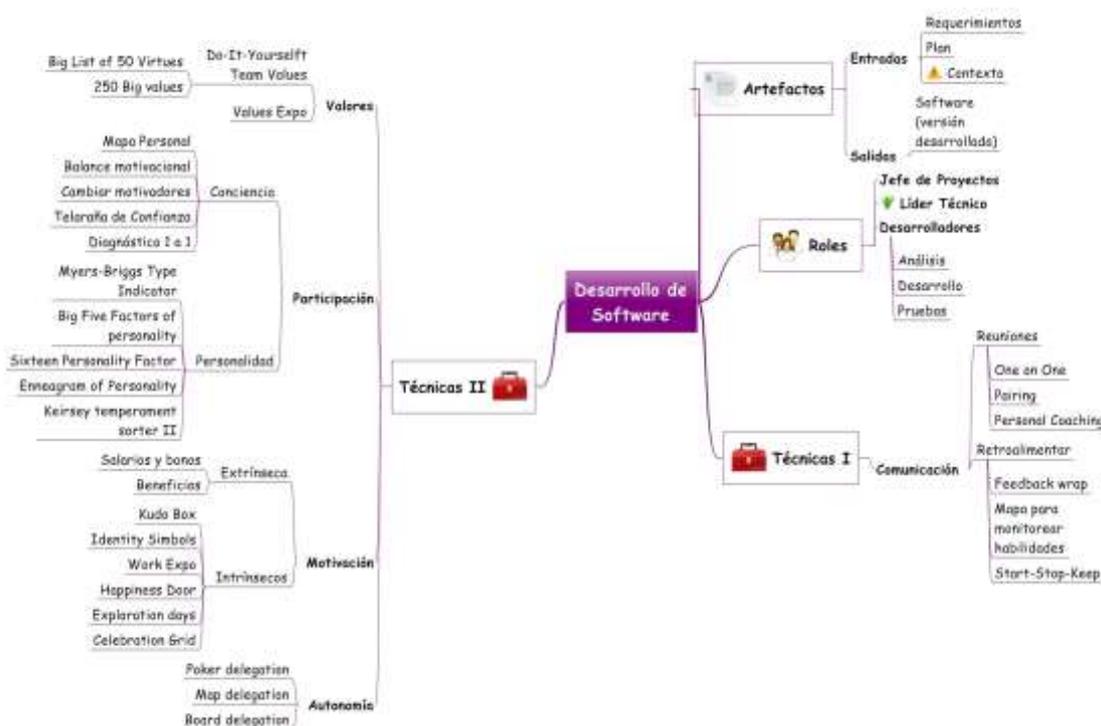


Figura 8.41. Técnicas de Fase de Desarrollo de Software

A continuación se proponen técnicas para promover relaciones personales cercanas con el fin de generar confianza y comprender el comportamiento de los miembros de un equipo.

- *Mapa Personal (Personal Map)* es una técnica que promueve la formación de vínculos más estrechos con los miembros de un equipo, conduce a una mejora de la relaciones interpersonales (Appelo, 2014). Ayuda a conocer aquello que les interesa a las personas y lo que las mantiene motivadas. Al ser una herramienta visual es fácil de asimilar y comprender (Buzan & Griffiths, 2013). A continuación se describen dos formas de aplicar esta técnica:

1. Cada miembro del equipo elabora su mapa personal y entonces lo comparte en una reunión. Después cada uno puede preguntar e ir un poco más profundo.
2. Como Jefe de Proyecto se elabora el mapa personal de cada miembro del equipo lo más completo posible. Después se evalúa cada uno de los mapas creado y se reconoce que áreas están vacías. A partir de ahí, se decide cuál podría ser el mejor enfoque para mejorar la comunicación con cada persona y completar las áreas vacías.

Por último, los mapas personales permiten aprender los valores e intereses comunes, lo cual facilita la comunicación debido a que pueden surgir temas de conversación sobre intereses mutuos y proyectos personales, favoreciendo inclusive la ayudar mutua la cooperación. En la Figura 8.42 se ilustra las posibles áreas de un mapa personal.

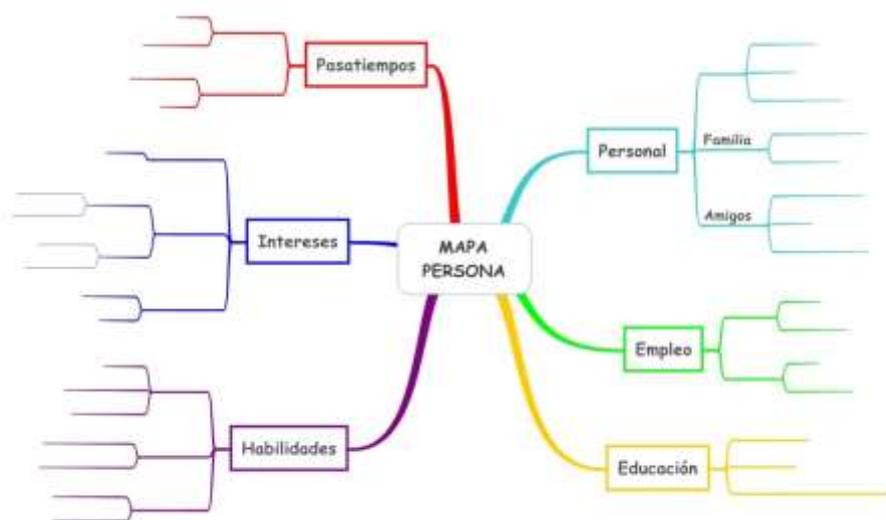


Figura 8.42. Mapa Personal

- *Balance Motivacional (Motivational Balance)* es una técnica que propone enumerar las cosas que motivan y desmotivan a las personas con el fin de crear un balance general que permita comprender y examinar su motivación (Appelo, 2010). La Figura 8.43 ilustra la hoja del balance de motivación de una persona. Cabe notar que cada persona tiene un balance de motivación diferente. Los procesos y herramientas que se introducen marcan puntos positivos y negativos en todo el equipo, es decir se tienen efectos diferentes en cada persona. Ocasionalmente, podría ser necesario introducir una nueva práctica que envía a la mayor parte del equipo al caos, como por ejemplo escribir hojas de tiempo o dar soporte a un cliente por turnos. Lo importante es motivar a las personas para mantener su balance equilibrado. Una forma sencilla de ganar puntos positivos en el balance de motivación de cada miembro del equipo es apoyarlos en tener discusiones sobre la selección y adopción de las prácticas, sin embargo para equilibrar el balance puede ser necesario introducir otras prácticas motivacionales.

Balance Motivacional	-	+
A	-1	
B		+1
C	-1	
D		+1
E		+1
	-2	+3
	<hr/>	
	+1	


⇒

Figura 8.43. Balance Motivacional (Appelo, 2010)

- *Cambiar motivadores (Moving motivators)*<sup>16</sup> es una técnica propuesta por (Appelo, 2010) que utiliza la lista *CHAMPFROGS* cuyo nombre es un acrónimo mnemotécnico formado por la combinación de las siglas en inglés de los 10 motivadores intrínsecos asociados: Curiosidad (*Curiosity*), Honor y Lealtad (*Honor*), Aceptación y la asociación al éxito (*Acceptance*), Conocimiento (*Mastery*), Poder e influencia (*Power*), Libertad, independencia y autonomía (*Freedom*), Relaciones (*Relatedness*), Claridad y sinceridad (*Order*), Tener un objetivo y un propósito (*Goal*), y Estatus (*Status*). La técnica fue desarrollada para reuniones 1 a 1 con el fin de aprender sobre que motiva a los miembros de un equipo, pero puede ser aplicada a todo un equipo e inclusive en relaciones personales. A continuación se describe su aplicación.
  1. Antes de iniciar, cada persona debe tener las 10 cartas que representan los *Champfrogs*<sup>17</sup>.
  2. Cada uno debe identificar cuales motivadores son importantes ubicando las cartas de izquierda (menos importantes) a derecha (más importantes).
  3. Se debe determinar cómo los cambios afectan los motivadores, para esto dada una situación se debe mover la carta arriba para un cambio positivo o abajo para un cambio negativo.
  4. Reflexionar sobre cómo los cambios afectan los motivadores con el fin de tomar acciones pertinentes en relación a los objetivos deseados.
- *Telaraña de la Confianza (Trust Spider)* es una técnica para establecer y evitar que se desgaste la confianza entre las personas. La Figura 8.15 de la Fase de Oportunidad (apartado 8.3.1) muestran las cualidades que ayudan a generar confianza basadas en la integridad. A continuación se describe la aplicación de esta técnica para la Fase de Desarrollo.
  1. Como Jefe de proyectos, analizar y seleccionar las cualidades más críticas para ganarse la confianza.
  2. Solicitar que cada miembro del equipo, seleccione las cinco cualidades que son las más críticas para que otra persona se gane su confianza.
  3. Comparar los resultados que cada persona colocó, preguntar para cada gap:
    - a. ¿Cómo podemos mejorar esa cualidad?
    - b. ¿Ejemplos de cosas que atentan contra esa cualidad?
  4. El Jefe de Proyectos debe obtener esta retroalimentación de cada persona para comprender qué tan confiable es para los miembros del equipo y establecer estrategias a partir de las respuestas obtenidas anteriormente.

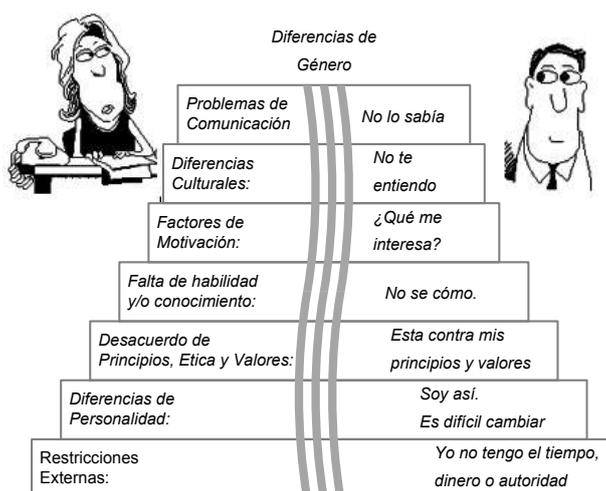
Una variación de esta técnica es que el Jefe de proyectos se reúna con cada miembro del equipo por separado y proceda de la siguiente manera:

  1. Preguntar si hay algún problema con la integridad, si es así, enfocarse primero en esa cualidad.

<sup>16</sup> <https://management30.com/product/moving-motivators/>

<sup>17</sup> <https://management30.com/wp-content/uploads/2015/12/moving-motivators-V3-self-A4.pdf>

2. Pedir al miembro del equipo que haga la evaluación del rendimiento del Jefe de proyectos utilizando la escala de 1 a 5 del diagrama.
  3. El Jefe de Proyectos llena su propia evaluación por separado.
  4. Comparar los resultados de ambas evaluaciones.
  5. Identificar 1 o 2 “gaps de confianza” donde la evaluación que realiza el Jefe de proyectos de su desempeño es más alta que la efectuada por el miembro del equipo.
  6. Usar la técnica *Comenzar-Parar-Mantener (Start-Stop-Keep)*, descrita más adelante, para documentar como el jefe del proyectos podría cerrar ese “gap de confianza”.
  7. Finalmente, dar seguimiento para lograr que la visión de ambas partes sea similar.
- **Diagnóstico 1 a 1 (1 to 1 Diagnosis)** es una técnica desarrollada para ser aplicada a nivel individual, o uno a uno con el fin de comprender el comportamiento las personas (Kosnik, 2010). Esta técnica está basada en el trabajo de Kosnik, Blair Ramfelt and Pfeifer (1987-2000). Resulta útil cuando una o más personas en el equipo están en desacuerdo sobre cómo abordar una situación en la que todos son conscientes de lo que está pasando pero nadie está seguro de cuál es la raíz del problema. La Figura 8.44 muestra los siete niveles en donde dada una determinada situación se debe identificar hasta las tres causas más probables que originan el problema.



**Figura 8.44. Diagnóstico 1 a 1 (Kosnik, 2010)**

1. Problemas externos. Este es el nivel donde realmente es casi imposible para los miembros del equipo hacer algo para resolver el problema. Esta barrera, obstáculo o impedimento puede provocar que el equipo no pueda cumplir con las expectativas, por lo tanto deben “*aprender a vivir con ello*”, y alinear las expectativas con todos los involucrados.
2. Diferencias de personalidad. Todos tienen que enfrentar el hecho de que no todas las personas que nos rodean piensan y se comportan de la misma manera que lo hacemos nosotros. A veces eso puede conducir a la frustración y a un desgaste de tiempo debido a que las personas tratan de convencer al resto del equipo que su camino es el correcto. Sin embargo, se recomienda aprender sobre estas diferencias para apreciarlas y tomar ventaja al momento de buscar formas de proceder con el trabajo.
3. Diferencias de principios o valores. Los principios y valores guían nuestro comportamiento y la toma de decisiones. No resulta viable intentar cambiarlos para tratar de resolver las diferencias. Sin embargo, entender estas diferencias

puede ser una ventaja para el aprendizaje y adaptación. Se recomienda recordar: “*vive y deja vivir*”.

4. Falta de habilidad y/o conocimiento. El Jefe de Proyecto debe ser capaz de identificar los problemas debido a la falta de habilidades específicas entre los miembros del equipo. Este tipo de problemas pueden ser resueltos invirtiendo tiempo extra para explicar un concepto o buscando formas de resolverlo. Se debe considerar que está bien decir “*No sé cómo*” o “*Yo no sé de lo que está hablando*”, y que no existe una pregunta que sea demasiado sencilla para no ser respondida.
5. Factores de motivación. Todos los equipos y todos los miembros del equipo de vez en cuando experimentan una falta de motivación, lo cual significa que lo que motiva a la gente con el tiempo podría cambiar. Se recomienda hacer periódicamente un análisis de las motivaciones de cada persona e intentar personalizar recompensas.
6. Diferencias culturales. La cultura puede ser diferente debido al origen étnico, al lugar de nacimiento y/o crecimiento, y a la educación o profesión adquiridas. En equipos con personas de otros países las diferencias de cultura probablemente serán más pronunciadas, pero para todos los equipos con miembros con diferente formación académica algunas de las oportunidades y los obstáculos podrían atribuirse a las diferencias culturales.
7. Problemas de comunicación. La comunicación se trata de saber hablar y escuchar. Si la comunicación parece ser un problema en un equipo, es importante hablar con el equipo sobre este tema, explicándolo de varias formas y por distintos medios, hay que considerar que el correo electrónico no siempre funciona. Además, el Jefe de proyectos puede ofrecerse a interpretar lo que otra persona ha dicho confirmando siempre que ha sido entendido por los demás.
8. Diferencias de género. Hombres y mujeres se comportan y se comunican de manera diferente. Dentro de proyectos tienden a asumir diferentes responsabilidades, por lo que no se debe subestimar la dimensión de género.

El mapeo sistemático de la literatura sobre la influencia de la personalidad en la ingeniería de software llevado a cabo por Cruz et al. (2015), revela que aunque hay escasa investigación y un bajo nivel de madurez en este campo. Entre los 90 estudios seleccionados para el mapeo por ser las evaluaciones más utilizadas destacan cuatro *MBTI* (36), *Big Five Factors of personality* (14), *KTS* (7) y *16PF* (3). Sin embargo, es necesario considerar una serie de recomendaciones para su aplicación e interpretación de resultados (McDonald & Edwards, 2007). Uno de los hallazgos más significativos de la revisión de la literatura es que los instrumentos que miden los rasgos de la personalidad pueden ser utilizados para analizar y predecir las actitudes y preferencias de los desarrolladores de software (Kosti, Feldt, & Angelis, 2014). Además, los tipos de personalidad de los profesionales puede tener un impacto en la productividad del desarrollo de software (Capretz, 2003). Por lo tanto, los resultados se pueden utilizar para mejorar la comunicación en las organizaciones de software (Yilmaz & O'Connor, 2015).

A continuación se proponen cuatro técnicas para realizar evaluaciones de personalidad con el fin de conocer los rasgos comunes que pueden facilitar la comunicación por medio de la cohesión y la resolución de conflictos.

- La evaluación *Myers-Briggs Type Indicator (MBTI)* (Appelo, 2010; Capretz & Ahmed, 2010) es una herramienta de evaluación de la personalidad ampliamente utilizada, aunque su eficacia ha sido cuestionada en los círculos científicos. El modelo ha sido cuestionado por causar el efecto Forer (las personas creen que las declaraciones

reflejan su personalidad, aunque en realidad se aplican a casi todo el mundo). Se diseñó para ayudar a que una persona identifique algunas de sus preferencias personales más relevantes. Las preferencias MBTI indican las diferencias entre las personas basadas en lo siguiente:

1. Como enfocan su atención u obtienen su energía. (**Extraversión o Introversión**)
2. Como perciben o toman la información (**Sensación o Intuición**)
3. Como prefieren tomar decisiones (**Racional o Sentimiento**)
4. Como se orientan hacia el mundo exterior (**Juicio o "judging" o Percepción**)

Cada persona tiene un tipo de personalidad que resulta de la interacción dinámica de las cuatro preferencias, en relación con sus influencias ambientales y sus tendencias individuales propias. Las personas son propensas a desarrollar conductas, habilidades y actitudes en función de su tipo particular. Cada tipo de personalidad tiene áreas de fortaleza así como áreas de desarrollo. Con este examen se puede obtener información general sobre la personalidad enfocada en la forma de ver el mundo que tiene la persona que toma la prueba, así como su manera de relacionarse con los demás. Los resultados se pueden compartir entre los miembros del equipo y permiten comparaciones fáciles, pero los resultados se deben tomar con prudencia. La prueba se puede hacer electrónicamente en el siguiente enlace <http://www.odiseajung.com/tipos-psicologicos/test-myers-briggs-alternativo/oda-test-1/>.

La evaluación *MBTI* se ha aplicado para considerar los rasgos personalidad de los desarrolladores durante el proceso de asignación con el fin de incrementar la oportunidad de éxito en un proyecto (Capretz & Ahmed, 2010; Capretz, Varona, & Raza, 2015). Además, los resultados obtenidos al aplicar *MBTI* han demostrado el impacto de la personalidad y diversidad de género en el desempeño de los equipos de desarrollo de software (Gila, Jaafa, Omar, & Tunio, 2014) y en la mejora de procesos de software (Yilmaz, Yilmaz, O'Connor, & Clarke, 2016).

- *Five Factors Model (FFM)* (Appelo, 2010; Gulati, Bhardwaj, & Suri, 2015), también conocido como "*Big Five*", es un modelo basado en cinco rasgos de personalidad que forman el acrónimo mnemotécnico "OCEAN": apertura a nuevas experiencias (*Openness*), responsabilidad (*Conscientiousness*), extroversión (*Extraversion*), amabilidad (*Agreeableness*) e inestabilidad emocional (*Neuroticism*). Se considera un modelo muy completo que está entre los más aceptados y utilizados. Sin embargo, este modelo es de muy alto nivel por lo que cada factor incluye un conjunto más específico de rasgos. Appelo (2010) indica que varios estudios han confirmado que los modelos de rasgos de menor nivel, como el 16PF, Myers-Briggs, y el Eneagrama, pueden ser más poderosos en predecir el verdadero comportamiento de las personas. El *FFM* es una opción para una evaluación de la personalidad con un enfoque científico. El test toma menos tiempo que la evaluación 16PF. La prueba se puede hacer electrónicamente en el siguiente enlace <http://es.outofservice.com/bigfive/>.

Los resultados obtenidos al aplicar *FFM* demostraron conexiones entre los factores de personalidad y la visión y actitudes de las personas (Feldt, Angelis, Torkar, & Samuelsson, 2010), las preferencias de trabajo (Kosti et al., 2014) y los requisitos de los puestos de trabajo (Rehman, Mahmood, Salleh, & Amin, 2012).

- *Sixteen Personality Factor Questionnaire (16PF)* (Acuña, Juristo, & Moreno, 2006; Appelo, 2010) es una herramienta desarrollada por el psicólogo Raymond Cattell. La investigación empírica ha confirmado que este modelo distingue entre los 16 rasgos personales y es útil para predecir el comportamiento de una persona en muchos

entornos debido a que proporciona una visión de toda la personalidad de un individuo. Appelo (2010) recomienda utilizar este modelo cuando se disponga de tiempo suficiente para realizar las pruebas. La prueba se puede hacer en el siguiente enlace <http://www.recursosparapsicologos.net/2014/10/test-de-personalidad-de-los-16-factores.html>.

Esta evaluación se ha utilizado en el desarrollo de un modelo para asignar personas a roles conforme su capacidad y personalidad con el fin de mejorar el desarrollo de software (Acuña et al., 2006). Las características de la personalidad del 16PF se han incorporado en la fase de definición de equipo del proyecto de la propuesta de simulación de ciclo de vida del desarrollo software de Calderón y Ruiz (2016).

- *Enneagram of Personality* (Appelo, 2010; Sutton, Allinson, & Williams, 2013) considera que los individuos pertenecen a uno de los nueve tipos de categorías propuestas. Cada una de las categorías representa una forma preferida o habitual de tratar con el mundo. Esta herramienta está representada por un diagrama de nueve puntas en un círculo. Se dice que la herramienta es un método eficaz para el autoconocimiento y el desarrollo personal, aunque ha sido cuestionado por la dificultad para ser validado de forma científica (Sutton et al., 2013). Sin embargo, su relevancia recae en el hecho de que el desarrollo del potencial individual se puede ver como piedra angular de la gestión eficaz del talento y es clave para el desarrollo del liderazgo ejecutivo (Bollaert & Petit, 2010). Además, puede estimular la construcción del equipo y ayudar a tomar conciencia de las diferencias. Appelo (2010) sugiere que cuando los miembros del equipo están reacios a evaluar científicamente sus personalidades, esta es una buena opción. La prueba se puede hacer electrónicamente en el siguiente enlace [http://personarte.com/test\\_datos.htm](http://personarte.com/test_datos.htm).

Vaida y Benta (2015) encontraron que se puede mejorar la gestión de la actividad de los miembros de un equipo aplicando una combinación de *MBTI* y *Enneagram*. También se ha propuesto una estrategia de agrupación de equipos usando tipologías del *Enneagram* (Vaida & Pop, 2014).

- *Keirsey temperament sorter (KTS)* (Gulati et al., 2015; Salleh, Mendes, & Grundy, 2014) fue creado para ayudar a las personas a comprenderse mejor a sí mismas y a quienes le rodean. Este instrumento está basado en la teoría de tipos de temperamento y también en una versión simplificada del *MBTI*. En vez de clasificar los tipos de personalidad en 16, KTS combina las funciones de percepción y sensación, y las intuiciones con las funciones de juicio. A partir de ahí se definen los siguientes cuatro tipos de temperamentos agrupados en dos categorías (roles):
  1. Improvisadores (Artesanos) son concretos y pragmáticos. Buscan estímulo/inspiración, y virtuosismo, e interesado en lograr impacto.
  2. Estabilizadores (Guardianes) son concretos y cooperadores. Buscan seguridad y pertenencia, con atención a la responsabilidad y obligaciones.
  3. Catalizadores (Idealistas) son abstractos y cooperativos. Buscan sentido significado e importancia, son intuitivos y cooperativos
  4. Teóricos (Racionales) son abstractos y pragmáticos. Buscan maestría y autocontrol, típicamente intuitivo, pragmático y realista.

La diferencia principal entre los tipos de Myers Briggs y los temperamentos de Keirsey es que los primeros se refieren a cómo piensan y sienten las personas, mientras que los segundos se refieren a comportamientos directamente observables (Salleh et al., 2014). En particular, *KTS-II* incluye ocho posibles puntuaciones dicotómicas que se pueden transformar en 16 tipos de personalidad diferentes. Los tipos resultantes se correlacionan con los 16 tipos de personalidad descritos en *MBTI*. Además, el *KTS-II* es

más fácil y rápido de realizar que *MBTI* (Sfetsos, Stamelos, Angelis, & Deligiannis, 2009). La prueba se puede hacer electrónicamente en el siguiente enlace [www.keirsey.org](http://www.keirsey.org).

Los resultados de aplicar la evaluación *KTS-II* por un lado revelan conexiones entre la personalidad y la eficiencia en la programación por pares (Sfetsos et al., 2009), y por otro lado, proporcionan una mejor comprensión de la dinámica social en las organizaciones de software (Yilmaz & O'Connor, 2015). Estudios más recientes en el ámbito académico (Gulati, Bhardwaj, Suri, & Lather, 2016) también encuentran una relación entre el desempeño, temperamento y personalidad de un programador.

A partir del conocimiento personal y profesional de los miembros del equipo se puede identificar que técnicas de motivación pueden ser apropiadas. La motivación puede ser intrínseca o extrínseca.

Por un lado, la motivación extrínseca aparece cuando lo que atrae a la persona no es la acción que se realiza en sí, sino lo que se recibe a cambio de la actividad realizada (dada por otros). A continuación se listan elementos clásicos de esta categoría:

- *Salarios y bonos* son ampliamente utilizados dentro de la gestión cuando se desea hacer que las personas trabajen más duro, más horas o más efectivamente.
- *Beneficios* son planes de compensación para el empleado, que se pueden agrupar en una serie de beneficios fijos, flexibles y voluntarios. En cualquier caso significan desembolsos de dinero que el empleado recibe transformado en un bien o servicio. Por ejemplo planes de jubilación, seguro médico o de vida, cuentas de gastos flexibles, programas de reembolso por educación, ayudas a la movilidad y cheques comedor entre otros.

No obstante, para los trabajadores del conocimiento, como los miembros de un equipo de desarrollo de software, aunque el dinero es importante no es considerado como sustituto del desempeño y logro profesional, ellos ven a su trabajo como una forma de vivir (Drucker, 2008). La anticipación de la recompensa acaba con la motivación intrínseca. Los incentivos de este tipo conducen a que las personas dejen de hacer las cosas solo por disfrutar su trabajo (Fleming, 2011). Esta interferencia que se produce entre la motivación extrínseca y la motivación intrínseca se denomina el efecto de sobre justificación (*over justification effect*). Este efecto implica una disminución de las conductas motivadas intrínsecamente después de haber sido extrínsecamente recompensadas y al suspenderse el refuerzo externo. De ahí que aunque este tipo de incentivos es muy utilizado, se recomienda emplear otro tipo de mecanismos para lograr la motivación entre los empleados.

Por otro lado, la motivación intrínseca aparece cuando las personas encuentran satisfacción en el mismo hecho de hacerlas, se presenta como la sensación de placer, la auto-superación o la sensación de éxito. Por lo tanto las recompensas que incentivan la motivación interna generalmente son más efectivas que las que promueven la motivación extrínseca. Según Csikszentmihályi (2008) un estado óptimo de motivación intrínseca es el estado de *fluir* ("flow") – concentración completa en la actividad. Csikszentmihályi señala que las personas son más felices en este estado. Además, la evidencia empírica demuestra que los desarrolladores felices son más productivos (Graziotin, Wang, & Abrahamsson, 2013). A continuación se listan seis buenas prácticas para recompensar a los miembros de los equipos recogidas en el libro *Management 3.0* (Appelo, 2010).

1. No prometer las recompensas por adelantado.
2. Pequeñas y más frecuentes recompensas anticipadas.
3. Recompensar de forma continua, no solo una vez.

4. Recompensas en público, no en privado.
5. Recompensar el comportamiento, no el resultado.
6. Recompensa también a compañeros, no solo a subordinados.

Las técnicas que pueden desencadenar la motivación interna son las siguientes:

- *Kudo Box* es una técnica sencilla para recompensar. Consiste en instalar una caja, Kudo Box, en la cual los miembros del grupo pueden dejar una pequeña recompensa cuando sienten que otro la merece y lo pueden hacer de forma anónima o no (Appelo, 2014). La recompensa pueden ser pequeños objetos, notas de agradecimiento o reconocimiento del esfuerzo y trabajo. Otras técnicas similares son “LoveMachine” y “HERO awards”. Para la apertura de la caja se proponen dos opciones:
  1. Abrir la caja junto con todas las personas involucradas. Por turnos, cada uno toma una recompensa al azar de la caja, lee su inscripción en voz alta y la entrega al destinatario.
  2. Un pequeño grupo de personas abre la caja y entonces reparte las recompensas a los destinatarios en público.

Aunque la apertura se puede hacer de otra forma, lo más importante es que las recompensas se hagan públicas, por lo tanto se pueden hacer fotos para exhibirlas.

Una implementación alterna puede ser un *Kudo Board*, en este caso en lugar de una caja se propone usar un tablero que sea como un muro donde las personas puedan colocar notas de forma que es inmediatamente visible y si alguien más está de acuerdo con alguna de las notas publicadas pueda colocar una pegatina que demuestre su apoyo.

- *Símbolos de identidad (Identity Symbols)* es un mecanismo que ayuda a las personas a desarrollar una identidad (como grupo) por sí mismas con el fin de promover la cohesión y sentido de pertenencia al grupo. Una identidad es importante para la aparición de propósito y creación de valor ya que estos no serán efectivos sin un sentido de pertenencia (Appelo, 2010). La identidad requiere coherencia. La coherencia de un grupo está basada en la consistencia de sus comportamientos. Así pues, las acciones surgen de la identidad y la identidad surge de las acciones por lo tanto la identidad del grupo y las acciones necesitan coherencia.

Esta técnica propone organizar un taller donde los miembros de un equipo elaboren un símbolo que represente su identidad. Este símbolo se usará en todas sus comunicaciones dentro de la organización. Para que sea valioso todos los miembros del equipo deben estar dispuestos a vincularse con el símbolo seleccionado, sino es así el símbolo debe rechazarse.

- *Exposición de trabajo (Work Expo)* es una técnica que propone presentar aquello que las personas hacen y porque están haciéndolo, es decir su propósito (Appelo, 2014). Appelo sugiere que la gente debe explorar sus momentos más alegres, y en lugar de crear una declaración de la misión, crear una exposición del trabajo que la represente. A continuación se describe cómo podría hacerse.
  1. Elegir el nivel del propósito. Es un propósito personal, para un equipo, para un departamento o para toda la organización.
  2. Recoger todas las historias preferidas - buenas y malas- que les gustaría contar a la gente involucrada.
  3. Escoger las historias que son los mejores ejemplos de lo que se desea o no se desea que ocurra en el futuro.

4. Buscar cosas que puedan representar esas historias para presentarlas en la exposición.
  5. Evaluar las cosas que se desplegaran y usarlas para alcanzar un consenso sobre el propósito. Se debe evitar usar referencias específicas a clientes o empleados.
  6. Comparar el propósito con el propósito de un nivel inferior y otro de nivel superior si estuviera disponible. La idea es tomar conciencia de las diferencias, conflictos y alineamiento.
- *Puerta de la felicidad (Happiness Door)* es una técnica que promueve la colaboración, compromiso y la retroalimentación abierta y honesta. Es una mezcla de la práctica ágil *Feedback Wall* y *Happiness Index*. Al igual que las dos técnicas anteriores asume que las personas pueden actuar como el mejor medidor de su propio nivel de felicidad. La “puerta de la felicidad” debe estar ubicada en un espacio libre y accesible como una puerta o cualquier lugar donde todos pasen con regularidad. Esto permite que las personas puedan dar su retroalimentación en tres grupos: cosas que les hicieron sentir felices, cosas que les hicieron sentir neutral o indiferente, y cosas que no les gustaron. La retroalimentación puede ser tan general como “gracias” o tan específico como porque o porque no les gustó determinado ejercicio. Todo lo compartido en la “Happiness Door” es anónimo pero se hace público. Puede ser acerca de un determinado tema, por ejemplo un taller o una reunión, o proyecto - en el que las personas que publican primero afectarán inevitablemente la retroalimentación de los demás - o puede ser a largo plazo mediante la recopilación de retroalimentación continua. La retroalimentación puede ser por escrito utilizando un post-it pero se pueden utilizar también impresiones de fotografías, dibujos animados o correos electrónicos de los clientes.

Es una técnica útil para obtener una rápida retroalimentación y compromiso de quienes participan, por lo tanto permite tomar acciones sobre la realidad muy rápido. Aunque puede influir en las personas, no destruye su motivación sino que puede incrementarla, y es fácil de entender y simple de implementar.

Las técnicas que se describen a continuación impulsan no solo la motivación intrínseca sino también el aprendizaje.

- *Días de exploración (Exploration Days)* es una técnica para fomentar el auto-aprendizaje mediante la exploración (Appelo, 2014). El objetivo es lograr que las personas aprendan cuanto más se pueda a través de generar y explorar nuevas ideas. Es fundamental que el aprendizaje lo hagan las personas por si mismas de forma que aprenden a tratar con la complejidad de su entorno. Se debe introducir restricciones según las características de cada organización. A continuación se describe cómo llevar a cabo esta técnica.
  1. Definir un espacio de tiempo para "Exploración", puede ser todas las semanas, o meses. Además, se debe asegurar que durante este tiempo no se lleve a cabo ningún trabajo de rutina.
  2. Dar libertad a las personas para participar en forma individual o grupal.
  3. Dar a conocer a las personas que cuando lo requieran pueden solicitar apoyo para ayudarles a abordar sus ideas hasta que sean entregables.
  4. Los resultados del tiempo invertido en los días de exploración deben ser medidos, por lo tanto la organización debe decidir antes lo que quiere lograr con este tiempo, es decir definir que debe ser entregado y que métricas serán utilizadas para determinar que el tiempo ha sido valioso; la medición de los resultados y el éxito de cada experimento.

Técnicas similares son: *Shiplt days*, *Hackathons*, *Disruption Days*, *20% time*. Otras variantes de implementación de esta técnica son:

- *Casual Friday* (*viernes casual*) que propone que la iniciativa tengan lugar el segundo viernes de cada mes, periodo durante el cual cada desarrollador puede hacer lo que desee. Algunos lo pueden usar para ordenar sus cosas o crear características nuevas en un producto.
- *Rotation days* (*días de rotación*) es una técnica que propone que uno de los miembros de un equipo se incorpore en otro equipo. Al final del día se entrega un reporte de actividad y aprendizaje.
- *Red de celebración* (*Celebration Grid*) es una técnica basada en celebrar por un lado el aprendizaje - éxitos o fallas -, y por otro lado, la repetición de buenas prácticas porque produjeron los buenos resultados esperados. Está técnica fue creada por Appelo (2014) inspirado en el libro de Reinertsen (2009). La Figura 8.45 presenta el diagrama que sirve de apoyo a esta técnica. En este diagrama se marca en verde el área o zona que potencialmente origina una celebración. De acuerdo a Appelo, el modelo ayuda a comprender las siguientes cosas:

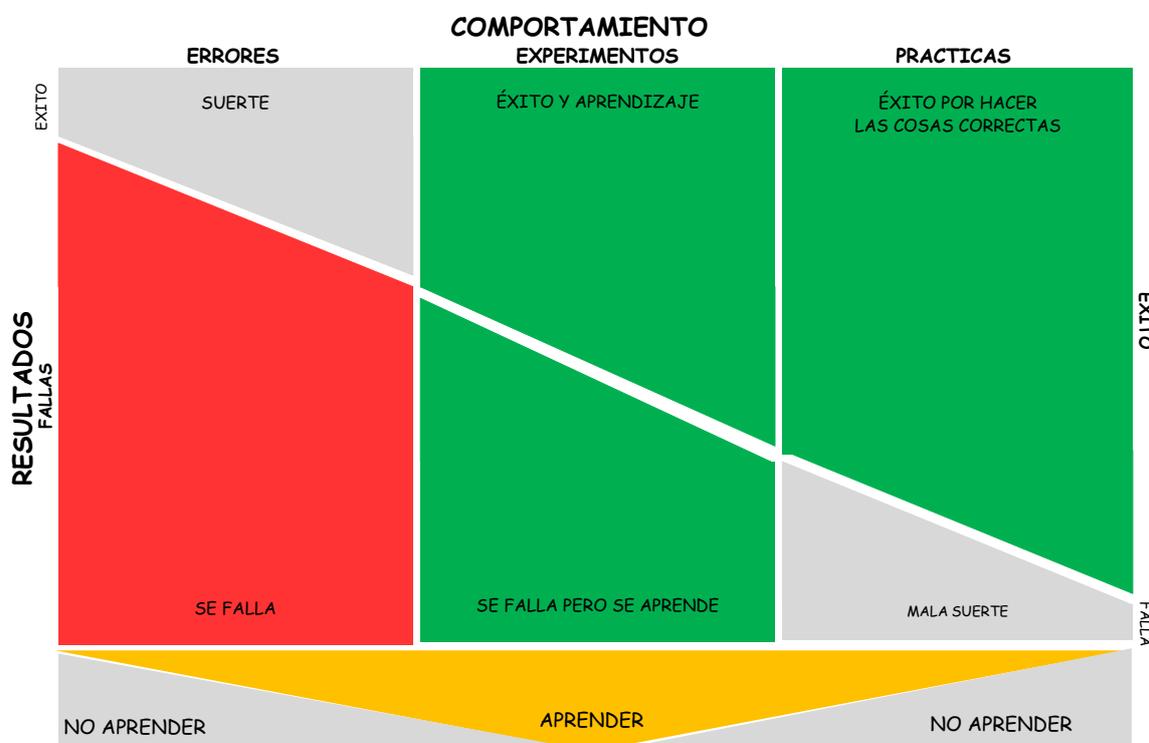


Figura 8.45. Celebration Grid (Appelo, 2014)

- Se aprende más de los experimentos que se ejecutan, y sólo poco de los errores y las buenas prácticas.
- "Celebrar el fracaso" no tiene sentido, porque no se debe celebrar el fracaso que proviene de errores (áreas roja).
- Lo que debe celebrar es el aprendizaje, y la repetición de las buenas prácticas (áreas verdes).
- El Pago por rendimiento tiende a conducir a las personas lejos de los experimentos, y las acerca hacia las prácticas que aseguran éxito, lo que resulta en escaso aprendizaje.

- No se debe celebrar todos los éxitos, ya que podrían ser el resultado de errores, se debe celebrar los buenos comportamientos (experimentos y buenas prácticas).

Para celebrar se debe tomar en cuenta normas sobre cómo y por qué celebramos.

- Celebrar con frecuencia: Es importante celebrar a menudo y de manera consistente, de forma que se motive a las personas continuamente. No se debe esperar a un gran éxito puesto que celebrar un pequeño éxito todos los días es satisfactorio para el equipo.
- Celebrar notablemente: Todo el equipo tiene que ser parte de la celebración, que todos sepan lo que está pasando.
- Celebrar extraordinariamente: Estas celebraciones tienen que permanecer presentes en la mente del equipo.

A continuación se describe cómo aplicar esta técnica:

1. Dibujar en una pizarra el diagrama del “*celebration grid*” y discutirlo.
2. Para cada área del diagrama pregunte a las personas por unos pocos ejemplos concretos de forma que puedan aprender de todos los errores, experimentos y prácticas, sin importar si el resultado fue un éxito o un fallo.
3. Al inicio o al final de la reunión hacer estas dos preguntas: ¿Qué hicimos bien? (siguiendo prácticas) y ¿Qué aprendimos? (siguiendo experimentos)
4. Decidir cómo se celebrará lo que se aprendió y lo que se practicó de forma que sea notable, extraordinario y divertido.

Debido a que el comportamiento de las personas está orientado por sus valores, es importante establecer y hacer explícito (*vivir*) el conjunto de valores que guíen y motiven al equipo durante el proceso de desarrollo del software.

- *Valores de Equipo hágalo usted mismo (Do-It-Yourself Team Values)* es técnica propuesta por (Appelo, 2010) para seleccionar una lista de valores que considere que diferentes equipos (personalidades) pueden necesitar diferentes valores. Esta técnica tiene dos versiones.
  1. *Gran Lista de 50 Virtudes “Big List of 50 Virtues”*
    1. Imprimir la lista<sup>18</sup> y distribuir una copia a cada miembro del equipo.
    2. El equipo debe seleccionar entre tres y siete valores de la lista que considere que son los más importantes para el proyecto actual, situación y personalidades de cada uno.
    3. Opcionalmente, con un número representativo de interesados fuera del equipo del proyecto realizar una reunión para que seleccionen entre tres y siete valores que consideren importantes para el proyecto.
    4. Después junto con el equipo comparar las listas. Es probable que las listas no coincidan, sin embargo se debe llegar a un consenso que reúna las expectativas mutuas en una lista mezclada de tres a siete valores. Al final se seleccionan máximo cinco o mínimo dos.
    5. Finalmente, se debe hacer pública la lista de valores para los interesados y equipo de desarrollo.
  2. *250 valores grandes (250 Big values)* es una expansión de la lista anterior para crear una lista de valores fundamentales (quienes somos) y valores deseados (que queremos ser).
    1. Se debe compartir la lista<sup>19</sup> con el equipo.

---

<sup>18</sup> <http://noop.nl/2009/10/the-do-it-yourself-team-values-kit.html>

<sup>19</sup> [https://management30.com/wp-content/uploads/2015/10/BigValuesList\\_Postter\\_A2.pdf](https://management30.com/wp-content/uploads/2015/10/BigValuesList_Postter_A2.pdf)

2. Cada miembro de equipo debe seleccionar cinco valores que creen que son importantes para cada uno de estos tres grupos: para su empresa o equipo, para su proceso de contratación o de nuevos miembros del equipo, y para la atención al cliente
  3. Para cada agrupación, colocar las palabras en una pizarra y trabajar en equipo para reducirlos gradualmente hasta cinco cada uno.
  4. Finalmente, hacer pública la lista de valores para los interesados y equipo de desarrollo.
- Exposición de valores (*Values Expo*) es una técnica similar a la Exposición de trabajo (*Work Expo*) que permite mostrar - hacer público - todas las cosas que simbolizan los valores del equipo, una vez que estos han sido identificados. Ejemplos de cosas pueden ser emails, fotos del equipo, Kudo cards y Símbolos de identidad (*Identity Symbols*).

En relación a la toma de decisiones es importante aumentar esta capacidad en los miembros de un equipo. En base a la confianza es necesario delegar porque esto reduce también el número de problemas que el Jefe de Proyectos debe atender. A continuación se describen los siete niveles de delegación y las técnicas asociadas propuestas en el libro Management 3.0 (Appelo, 2010) - se considera A como quien delega (Jefe de proyectos y/o propietario) y B como el delegado (equipo de desarrollo).

1. *Comunicar (Tell)*: A toma la decisión, y la comunica a B.
2. *Vender (Sell)*: A toma la decisión, pero trata de convencer a B para que la acepten y se sientan involucrados.
3. *Consultar (Consult)*: A solicita el aporte de B para considerarlo antes de tomar la decisión.
4. *Acordar (Agree)*: A y B toman juntos la decisión buscando el consenso.
5. *Asesorar (Advice)*: B toma la decisión considerando el consejo de A.
6. *Indagar (Inquire)*: B toma la decisión y entonces le informa a A tratando de convencerle.
7. *Delegar (Delegate)*: A deja que B tome la decisión sin influenciarlo.

La Figura 8.46 ilustra los niveles de delegación antes descritos mostrando su relación simétrica. Esta relación sigue un modelo bi-direccional porque los comportamientos de quien administra (A) y el equipo (B) son similares. En los tres primeros niveles (1-2-3), la persona que toma las decisiones es quien administra. En los últimos tres niveles (5-6-7) el equipo es quien toma las decisiones, mientras que en el cuarto nivel se busca el consenso entre ambas partes.

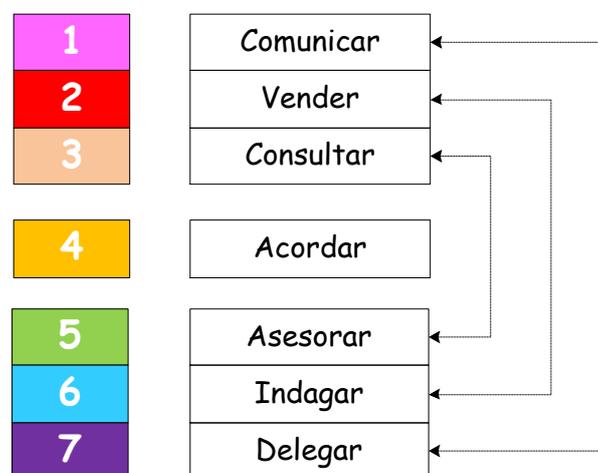


Figura 8.46. Niveles de delegación

La delegación puede ir desde el diseño del proyecto hasta la autoridad en el proyecto para la contratación de nuevos miembros del equipo. Cada equipo puede establecer sus propias versiones de las técnicas presentadas a continuación.

- Poker de delegación (Delegation Poker)*<sup>20</sup> es una técnica que utiliza una baraja de cartas<sup>21</sup> numeradas del 1 al 7 correspondientes a los siete niveles de delegación. Primero, se hace una lista de casos o situaciones en los que desea crear una política predefinida de delegación, es decir establecer quién tiene influencia sobre qué. Segundo, los miembros del equipo deben organizarse en grupos de tres a siete personas y cada uno debe tener una baraja de cartas. Tercero, para cada caso listado se realizaran los siguientes pasos:

  - Una persona escoge una situación y la lee en voz alta o cuenta una historia relacionada a partir de su experiencia personal.
  - Cada uno de los miembros del equipo elige individualmente una de las siete cartas, reflexionando en cómo se delegará la decisión en esa situación particular.
  - Cuando todos han decidido, se revela las cartas que cada uno seleccionó.
  - Las personas con las cartas más altas y las cartas más bajas explican el razonamiento detrás de su selección.
  - Se puede opcionalmente sumar los puntos que cada persona ha obtenido acorde al valor de la carta seleccionada. Sin embargo, según se prefiera no ganan puntos la "minoría más alta" o la "minoría más baja". La primera opción está relacionada con la idea de delegar en la medida de lo posible, sin ir demasiado lejos como para que cause caos, mientras que la segunda opción intenta evitar el control excesivo y/o la evasión de responsabilidades.

Finalmente, se puede crear una Junta de delegación para presentar los resultados del consenso alcanzado.

- Tablero de delegación (Delegation Board)* es una técnica que se puede combinar con la anterior. Se utiliza un tablero para listar verticalmente las áreas de decisión consideradas delegables. Mientras que en la dimensión horizontal se muestran los siete niveles de delegación, para cada área, el tablero tiene un post-it en una de las siete columnas de delegación (véase Figura 8.47). El tablero comunica claramente hasta que nivel de autoridad se delega cada área.

Area de delegación	1	2	3	4	5	6	7

Figura 8.47. Tablero de delegación

<sup>20</sup> <https://management30.com/product/delegation-poker/>

<sup>21</sup> <https://management30.com/wp-content/uploads/2015/02/05-Delegation-Poker-A4.pdf>

- *Mapa de delegación (Delegation Map)*<sup>22</sup> es una técnica similar a la anterior. En un tablero se lista verticalmente los siete niveles de delegación y se escribe en post-it las áreas de decisión delegables (véase Figura 8.48). Después se coloca estas áreas horizontalmente y se traza una línea vertical para cada una. Así mismo, se traza líneas horizontales para los niveles de delegación, formando un mapa. Para cada área se decide el nivel de delegación y se coloca un post-it que lo marque.

Area de delegación				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

**Figura 8.48. Mapa de delegación**

La retroalimentación promueve el cambio debido a que fomenta la comunicación, el aprendizaje, y a su vez permite mejorar. A continuación se describen tres técnicas sencillas que se pueden aplicar.

- *Feedback wrap* es una técnica que promueve enfocarse en la mejora individual y sistémica (Appelo, 2014). Se caracteriza por ser escrita, por ello es importante seleccionar las palabras cuidadosamente. El lenguaje debe ser amigable por lo tanto debe ser suavizado con palabras tales como “quizá”, “un poco”, y “para que”. Aquello que no se puede comunicar en lenguaje corporal tiene que ser trasladado a frases respetuosas que reflejen amabilidad, pues no se debe olvidar que a diferencia de las comunicaciones orales, cara a cara, las comunicaciones por escrito son fácilmente recuperadas y reproducidas, algunas veces mucho después de que han sido olvidadas por quien las escribió. Por lo tanto, se debe evitar dar cabida a malas interpretaciones del contenido. Este tipo de retroalimentación ayuda a mantener la documentación adecuada, a pensar más cuidadosamente sobre temas delicados y a reportar observaciones, sentimientos y valores en una forma balanceada. Lo más importante es reflejar un sincero interés en el trabajo realizado y buena voluntad para apoyar la mejora del trabajo. Este tipo de retroalimentación puede ser entregada rápida y frecuentemente porque no requiere esperar a planificar una reunión. El documento debe tener las siguientes partes:
  1. Encabezado, indica a quien va dirigido, quien escribe, y el tema (resumido en una frase corta).
  2. Cuerpo, empieza con un saludo y una corta descripción de lo que se está revisando incluyendo el contexto en el cual se está haciendo la revisión, es decir las circunstancias bajo las cuales se encuentra quien escribe y su estado de ánimo. La idea es que el lector logre empatía con quien escribe.

<sup>22</sup> <http://www.funretrospectives.com/delegation-map/>

3. Retroalimentación, contiene los hechos y observaciones descritos en frases cortas y simples. Se debe incluir al final de cada frase una palabra que demuestre el sentimiento (impacto) que ha causado en quien revisa. Las frases deben ser ordenadas de acuerdo al valor percibido del trabajo. Con respecto al contenido, en primer lugar se debe reconocer y ratificar lo que se está haciendo bien (refuerzo positivo); en segundo lugar, se debe comentar lo que se puede cambiar porque se puede mejorar, o debe ser eliminado porque no es pertinente.
4. Sugerencias, incluye recomendaciones relacionadas directamente con la segunda parte de la retroalimentación y deben estar centradas en añadir valor. Por último, se debe incorporar una frase que indique cual es el siguiente paso y animar a quien realizó el trabajo evaluado a acogerse a los cambios.

Después del envío de la retroalimentación es importante hacer un seguimiento para saber si el “*Feedback wraps*” fue valioso para quienes lo recibieron y si ellos pueden sugerir alguna forma en la cual se podría mejorar este tipo de retroalimentación. Finalmente, se debe verificar si se están haciendo los cambios sugeridos en la retroalimentación.

- *Mapa para monitorear las habilidades (Mind Map to monitor your skills)*, es una técnica que propone crear un mapa mental que promueva la mejora continua (Buzan & Griffiths, 2013). Tony Buzan, en su libro se enfoca en las habilidades para hacer presentaciones en público, pero puede ser utilizada para desarrollar otros tipos de habilidades. La Figura 8.49 presenta el mapa que debe ser llenado de la siguiente forma.
  1. Empezar por la rama verde añadiendo las destrezas, técnicas y cualidades positivas.
  2. Colocar en las ramas rojas los aspectos negativos, aquellos que son débiles y que podrían mejorarse.
  3. En las ramas amarillas incluir los aspectos que necesitan desarrollarse, cosas que se pueden trabajar y fortalecer para la próxima evaluación. Esta parte es la más valiosa porque aquí se pueden fijar metas y un camino claro a seguir.
  4. Al terminar el mapa mental debe ser colocado en un lugar visible, de forma que la persona evaluada pueda revisarlo y trabaje continuamente en su desarrollo.

Después de cada retroalimentación, se debe crear otro mapa mental, en base al original, con el fin de llevar un seguimiento del progreso.



**Figura 8.49. Mapa para Monitorear habilidad**

- *Comenzar-Parar-Mantener (Start-Stop-Keep)* es una técnica para dar y recibir retroalimentación. Esta técnica ayuda a mantenerse enfocado y está basada en la acción (DeLong, 2011). Su creación se le atribuye a Phil Daniels. Esta técnica incluye las siguientes tres preguntas:

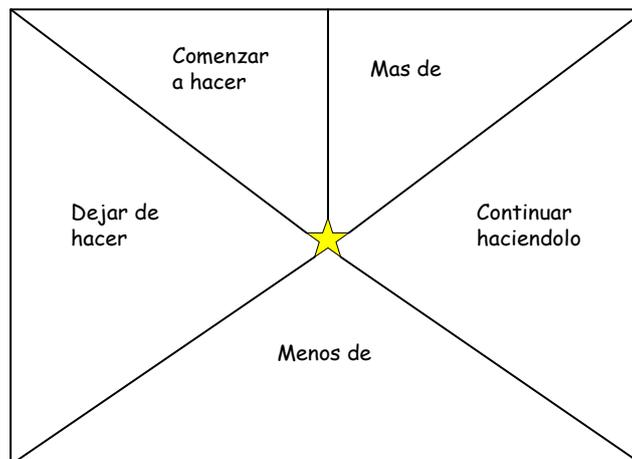
- ¿Qué debo dejar – parar - de hacer?
- ¿Qué debo seguir haciendo?
- ¿Qué debo comenzar a hacer?

	Comenzar	¿Porqué?
	Parar	¿Porqué?
	Mantener	¿Porqué?

**Figura 8.50. Comenzar-Parar-Mantener**

Las preguntas son simples y rápidas, por lo que permiten a las personas proporcionar información en poco tiempo. Esta información para su seguimiento se debe registrar en un formato como el presentado en la Figura 8.50. A su vez, esta técnica anima a las personas a pensar en cosas específicas que están bien hechas, así como a decir lo que podría ser mejorado. Los comentarios dan una visión práctica sobre el impacto del comportamiento de la persona, y explican lo que hay que hacer para mejorar.

- *Estrella de Mar (Starfish)* es una técnica creada por Patrick Kua<sup>23</sup> para ayudar a los miembros del equipo a reflexionar en distintos niveles. La técnica se basa en un diagrama con forma de estrella de mar (Figura 8.51) que permite enfocarse en cinco puntos de vista, evitando así centrarse solo en lo bueno y lo malo. Los cinco puntos de vista son los siguientes:
  1. *Continuar haciéndolo*, cosas buenas que han gustado. Momento para pensar en lo que perderíamos de no hacer una práctica en particular.
  2. *Menos de*, prácticas que no están ayudando tanto como se esperaba, o que simplemente no son útiles en las circunstancias actuales.
  3. *Más de*, prácticas que se desean probar más o que no se están necesariamente aprovechando al máximo.
  4. *Dejar de hacerlo*, obviamente para cosas que no son útiles o no agregar valor.
  5. *Comenzar a hacer*, sugerir cosas nuevas a probar.



**Figura 8.51. Estrella de Mar**

<sup>23</sup> <https://www.thekua.com/rant/2006/03/the-retrospective-starfish/>

Finalmente, para ayudar al equipo a aprender cómo hacer mejor su trabajo, además de las técnicas de retroalimentación antes mencionadas, Appelo (2014) propone las siguientes técnicas.

- *Reuniones uno a uno (One on Ones)* es una técnica donde se calendariza regularmente una conversación privada entre un jefe (Jefe de Proyecto o Propietario) y un empleado (desarrollador). La idea es que el jefe ayude a los miembros del equipo a hacer mejor su trabajo y a desarrollarse a sí mismos pero no desde la perspectiva de un coach. La agenda debe estar establecida acorde a las necesidades de cada empleado. Para garantizar completa atención de ambos participantes no deben existir interrupciones. Finalmente, los participantes no deben tener la sensación de que se invierte mucho tiempo en este tipo de reunión.
- *Reuniones entre pares (Pairing)* es una técnica en la cual entre pares se apoyan, tal como ocurre con Pair programming. Uno de los pares actúa de “*driver*”, escribiendo el código en el teclado, mientras el otro actúa como “*navigator*”, verificando los resultados y pensando en nuevas ideas, los roles no son fijos. Este es el modo más rápido de aprender habilidades complejas pues permite enfocarse mejor en el trabajo y alcanzar un flujo, lo cual da generalmente como resultado una alta calidad, con pocos problemas y mejor diseño.
- *Coaching (Personal Coaching)* es una técnica donde el propósito del coach es apoyar el desarrollo personal y mejoramiento de desempeño de alguien más. El coach brinda apoyo para que esa persona alcance sus objetivos. El coaching en una organización debe ser interno, plural, educativo y personal. La persona debe compartir sus miedos, incertidumbres, deseos y ambiciones con su coach, de ahí que el jefe difícilmente pueda ser coach. La confianza es el centro de este tipo de relación, y esto diferencia a este tipo de reuniones de las uno a uno antes mencionadas.

**Criterios de validación:** Para comprobar que el progreso de esta fase, se deberá establecer el estado en el que se encuentra:

- Se ha establecido los valores del equipo en base a la comprensión de que debe ser entregado.
- Se ha acordado la entrega considerando el plan.
- Se ha establecido cómo se motivará a los miembros del equipo para promover la cooperación - integración y aprendizaje - suficiente para realizar el trabajo.
- Se ha establecido la forma en que se efectuará la toma de decisiones (delegación).
- Se están realizando las verificaciones y validaciones mediante las pruebas establecidas en el plan.
- Se está haciendo la retroalimentación de forma continua y oportuna para garantizar la realización del trabajo mediante acciones correctivas y/o cambios en los requerimientos.
- Se están recogiendo las métricas establecidas en la planificación para determinar el progreso del desarrollo.
- Se ha alcanzado la cooperación - integración y aprendizaje - suficiente para realizar el trabajo.
- Se están almacenando los productos de trabajo en el repositorio.

**Salidas:** Los artefactos de salida a obtener como consecuencia de la ejecución de esta fase son: Software versión desarrollada.

### 8.3.6 FASE 5. Pruebas de Software

**Objetivo:** El objetivo de esta fase es la detección y corrección temprana de defectos. Por lo tanto deben definirse lo antes posible, desde el análisis de requerimientos, y ejecutarse desde la fase de desarrollo de software.

**Entradas:** Los artefactos de entrada necesarios para poder comenzar la realización de esta actividad son: Software (versión desarrollada) y Requerimientos. Además, siempre que sea necesario se debe hacer explícito el contexto.

**Roles:** Los roles que participan en esta actividad son: Jefe de Proyecto, Líder técnico (cuando sea necesario), Equipo de desarrolladores con capacidad de análisis, desarrollo y pruebas suficiente para probar el software.

**Técnicas:** Las técnicas propuestas para esta fase se presentan en la Figura 8.52, se incluyen las revisiones, los niveles de pruebas - pruebas unitarias, pruebas de integración, pruebas de sistema, pruebas de aceptación - y el diseño de las pruebas - pruebas de caja negra, caja blanca y basadas en la experiencia -.

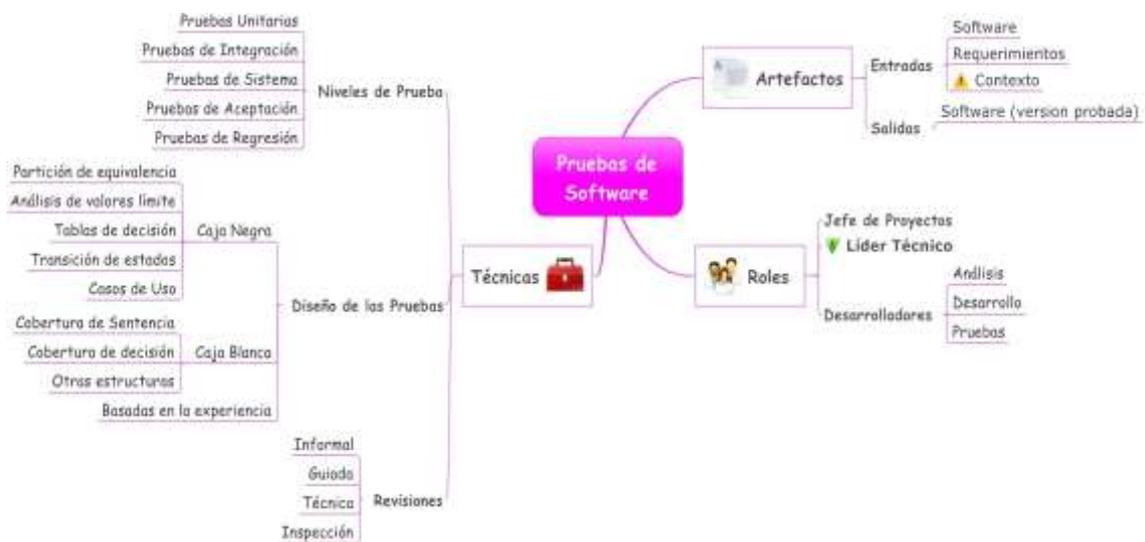


Figura 8.52. Técnicas para las Pruebas de Software

La *revisión (review)* es una técnica para detección y corrección temprana de defectos y desarrollo de mejoras de productividad – reducción de defectos y una mejora de la comunicación - (ISTQB, 2011). Se prueban los productos de trabajo de software tales como especificaciones de requerimientos, especificaciones de diseño, código, pruebas, guías de usuario, entre otros. Las revisiones facilitan la localización de desviaciones de los estándares, defectos de diseño y requerimiento, deficiente mantenibilidad e incorrectas especificaciones de interfaces. La formalidad del proceso de revisión dependerá de factores tales como la madurez del proceso de desarrollo, requisitos legales o regulatorios, o la necesidad de un rastro de auditoría.

La forma en que una revisión se lleva a cabo depende de sus objetivos, por ejemplo, encontrar defectos, ganar comprensión, formar probadores (*testers*) y nuevos miembros del equipo, o debatir y decidir por consenso. Las revisiones se realizan entre los miembros del equipo (pares). Las principales características, opciones y objetivos de los tipos de revisión propuestos se describen a continuación.

- Revisión Informal (*Informal Review*), se caracteriza por una ausencia de un proceso formal, puede tomar la forma de programación por pares o una revisión por parte de un líder técnico de los diseños y códigos. Los resultados pueden ser documentados y su utilidad depende de los revisores. El objetivo es obtener beneficios de una forma rápida y económica.
- Revisión guiada (*Walkthrough Review*), es una reunión dirigida por la persona responsable de los documentos a revisar, puede consistir en escenarios, simulacros o participación de un grupo de pares. Son sesiones abiertas, donde la preparación de revisores previa a la reunión es opcional. La preparación de un informe de revisión en el que se incluya la lista de conclusiones, es también opcional. En la práctica, este tipo de revisión puede ser desde bastante informal a muy formal. El objetivo es aprender, entender y encontrar defectos.
- Inspección (*Inspection*) es una reunión dirigida por un moderador, con roles definidos. Es un proceso formal basado en normas y listas de comprobación, se consideran los criterios de entrada y salida especificados para la aceptación del software. Generalmente se realiza como una examinación entre pares que incluye la recolección de métricas. Requiere preparación previa a la reunión. Como resultado se crea un informe de inspección que incluye una lista de conclusiones y un proceso de seguimiento formal con opción de un proceso de mejora de componentes. El objetivo principal es identificar defectos.
- Revisión técnica (*Technical Review*) es un proceso documentado y definido para la detección de defectos que incluye la participación de pares y expertos técnicos, la participación de la dirección es opcional. Idealmente está dirigida por un moderador formado y requiere preparación previa de los revisores. Se puede hacer uso opcional de listas de comprobación. Se elabora un informe que incluye conclusiones, recomendaciones (si es del caso) y un veredicto de si el software cumple los requisitos. El objetivo es debatir, tomar decisiones, evaluar alternativas, encontrar defectos, resolver problemas técnicos y comprobar la conformidad con las especificaciones, los planes, la normativa y los estándares.

Los niveles de pruebas pueden ser combinados dependiendo de la naturaleza del software que se está desarrollando. A continuación se describen los niveles propuestos en la literatura y recogidos por el *International Software Testing Qualifications Board (ISTQB, 2011)*.

- Pruebas unitarias (*Unit Testing*) tienen dos objetivos. Primero, garantizar que el código escrito para la unidad - componentes, programas, programas de conversión/migración de datos, módulos de bases de datos - cumple con sus especificaciones, antes de su integración con otras unidades. Segundo, verificar que todo el código escrito para la unidad se puede ejecutar. Se propone seguir un enfoque de desarrollo guiado por pruebas, o *Test-driven development (TDD)*. Esto implica que durante el análisis de los requerimientos se define cómo cada requerimiento debe ser probado y se plasma en casos de prueba o descripciones cortas, después se construye el código, e inmediatamente se prueba y cambia hasta que la unidad pasa sus pruebas. Este es un enfoque iterativo para las pruebas unitarias. En este nivel es valioso tener listas de verificación de errores comunes. Las pruebas unitarias se realizan generalmente por el desarrollador que escribió el código (quien también pudo haber escrito la especificación de requerimientos). Los defectos encontrados y arreglados durante las pruebas unitarias usualmente no se registran.

Además es conveniente introducir un enfoque antibugging por medio de un manejador de errores que se anticipe a las condiciones de error y establezca formas de desviar o terminar limpiamente el proceso cuando se produce un error (Pressman, 2009). En este caso debe considerar que: i) la descripción de error sea clara y comprensible, ii) el error

señalado debe corresponder al error encontrado, iii) la condición de error que provoca la interrupción del sistema antes de la gestión de errores, iv) el procesamiento de condición de excepciones sea correcta, y v) la descripción del error proporcione suficiente información para ayudar a la localización de la causa del error.

- Pruebas de integración (*Integration testing*) es una técnica en la cual el software es construido y probado en pequeños incrementos, por lo tanto los errores son más fáciles de aislar y corregir (Pressman, 2009). Las interfaces tienden a ser probadas completamente y se puede aplicar un enfoque sistemático tal como considerar la arquitectura del software (*top-down* y *bottom-up*), las tareas funcionales y las secuencias de procesamiento de transacciones. A continuación se describen los dos niveles de integración que se pueden llevar a cabo:
  - Las pruebas de integración de componentes se ocupan de probar las interacciones entre los componentes de software y se realizan después de las pruebas de componente (unitarias).
  - Las pruebas de integración de sistema, se ocupan de probar las interacciones entre los distintos sistemas o entre el software y puede realizarse a continuación de las pruebas de sistema. En este caso existe un riesgo debido a que solo se puede controlar un lado de la interface. Los procesos de negocio implementados como flujos de trabajo pueden afectar a una serie de sistemas. Los problemas de múltiples plataformas pueden ser importantes.
- Pruebas de sistema (*System Testing*) se refieren al comportamiento de todo un sistema/producto. En las pruebas de sistema, el entorno de pruebas debe coincidir en lo posible con el entorno de producción final con el objetivo de minimizar el riesgo de no identificar fallos específicos del entorno durante las pruebas.
- Pruebas de aceptación (*Acceptance testing*) es una técnica en la cual la responsabilidad es del grupo de interesados tales como usuarios finales. El objetivo no está enfocado en encontrar defectos sino en crear confianza en el software. Las pruebas de aceptación pueden evaluar la preparación del software para el despliegue y uso. Formas clásicas de este tipo de pruebas incluyen:
  - Pruebas de aceptación de usuario, generalmente se verifica la idoneidad de uso del sistema por parte de los usuarios finales.
  - Pruebas operativas (de aceptación), generalmente se realizan por los administradores del software. Se incluyen: pruebas de *backup/restauración*, recuperación de desastres, gestión de usuarios, tareas de mantenimiento, tareas de migración y carga de datos, y comprobaciones periódicas de vulnerabilidades de seguridad.
  - Pruebas de aceptación contractual y normativa, las pruebas de aceptación contractual se basan en los criterios definidos y acordados entre las partes durante la negociación del contrato. Las pruebas de aceptación normativas toman como base cualquier normativa de cumplimiento obligado, tales como normativas gubernamentales, legales o de seguridad.
  - Pruebas alfa y beta (o de campo), las pruebas alfa se realizan en las instalaciones de la microempresa desarrolladora pero no por el equipo de desarrollo. Las pruebas beta, se realizan por grupos de interesados (tales como clientes o potenciales clientes) en sus propias instalaciones.
- Pruebas de regresión (*Regression Testing*), estas pruebas se realizan cuando el software o su entorno sufre modificaciones. El software debe ser probado nuevamente (*re-tested*) para confirmar que el defecto original ha sido corregido con éxito. Cabe notar que detectar y corregir un defecto es una actividad de desarrollo denominada depuración (*debugging*).

En relación al diseño de las pruebas, este puede ser realizado de diferentes formas, desde muy informal con poca o ninguna documentación hasta muy formal. El nivel de formalidad depende del contexto de la prueba, la madurez del proceso de software y de pruebas, restricciones de tiempo, requerimientos normativos y de seguridad y la gente involucrada (ISTQB, 2011). Generalmente se distingue en la literatura entre las técnicas de pruebas de caja negra y de caja blanca, sin embargo estos dos tipos de pruebas a su vez pueden basarse en la experiencia de los desarrolladores, probadores y usuarios.

- Pruebas de caja negra (*back-box*), se basan en la especificación del software e incluyen pruebas funcionales y no funcionales. Esta técnica incluye: análisis de valores límites, partición de equivalencia, tablas de decisión, transición de estados y casos de uso.
- Pruebas de caja blanca (*white-box*): se basan en la estructura del software y pueden ser aplicadas a nivel de componente, integración y sistema. Esta técnica incluye: cobertura de sentencia, cobertura de decisión, cobertura de código y otros niveles de cobertura de otras estructuras tales como las condiciones.
- Pruebas basadas en la experiencia (*experience-based*): los probadores anticipan los defectos basados en su experiencia. Un enfoque estructurado de esta técnica es la predicción de error, la cual consisten en enumerar una lista de posibles defectos y diseñar pruebas que los revelen. La lista se crea considerando también los datos disponibles sobre defectos y fallos, y el conocimiento común sobre por qué falla el software.

**Criterios de validación:** Para comprobar que el progreso de esta fase, se deberá establecer el estado en el que se encuentra:

- Se ha establecido el nivel de pruebas aplicables durante el desarrollo del software según los criterios de aceptación acordados.
- Se ha establecido los tipos de revisiones aplicables durante el desarrollo del software según los criterios de aceptación acordados.
- Se están realizando las pruebas necesarias para garantizar que el software responde a los requerimientos – necesidades y expectativas – de los interesados.
- Se han finalizado las pruebas según los criterios acordados.
- Se están almacenando los productos de trabajo en el repositorio.

**Salidas:** Los artefactos de salida a obtener como consecuencia de la ejecución de esta fase son: Software (versión probada).

### 8.3.7 FASE 6. Despliegue de Software

**Objetivo:** El objetivo de esta fase es la entrega de la versión de software probada para alcanzar la aceptación del software que permita el cierre del contrato. El despliegue puede incluir la puesta en ambiente de producción del software.

**Entradas:** Los artefactos de entrada necesarios para poder comenzar la realización de esta actividad son: Software (versión probada) y Plan (instrucciones de despliegue). Además, siempre que sea necesario se debe hacer explícito el contexto.

**Roles:** Los roles que participan en esta actividad son: Interesados, Jefe de Proyecto, Líder técnico (cuando sea necesario), Equipo de desarrolladores con capacidad de análisis y pruebas suficiente para desplegar el software en ambiente de producción.

**Técnicas:** Las técnicas propuestas para esta fase contemplan las integradas en el modelo improbability (Pries-Heje & Johansen, 2013). A continuación se describen la selección de una

estrategia de despliegue para a partir de ahí escoger los medios - tales como soporte, entrenamiento, capacitación - que lo posibiliten. Finalmente, se presenta el modelo de roles que identifica las personas que apoyan el despliegue (véase Figura 8.53).

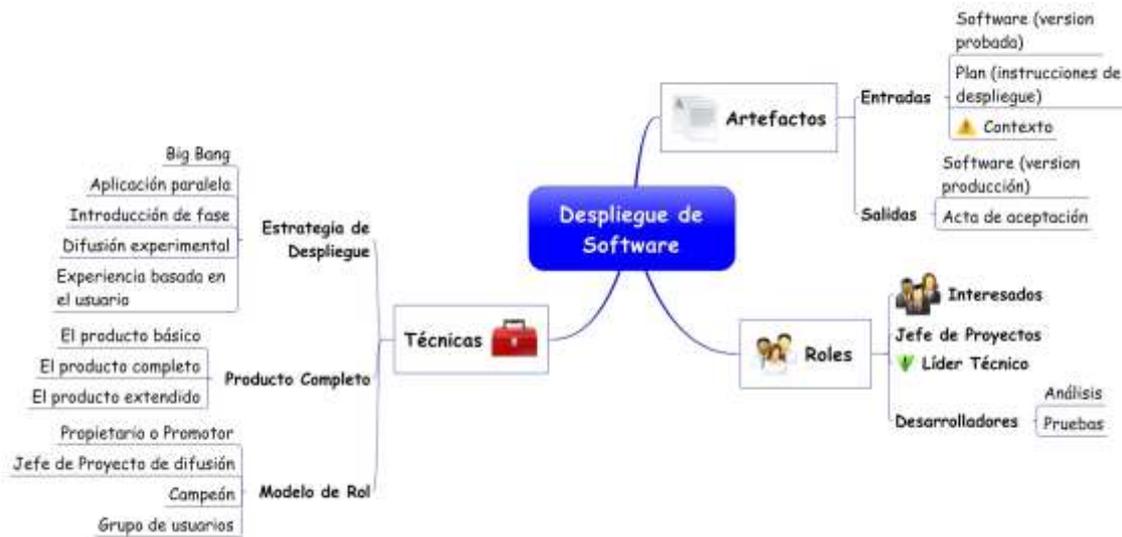
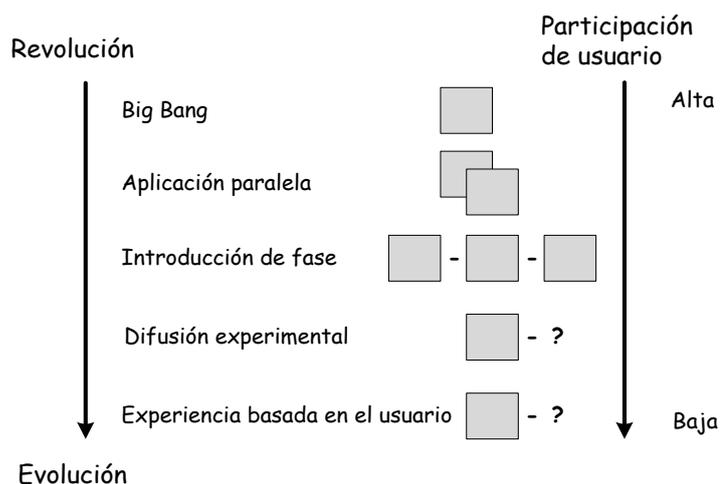


Figura 8.53. Técnicas para la Fase de Despliegue de Software

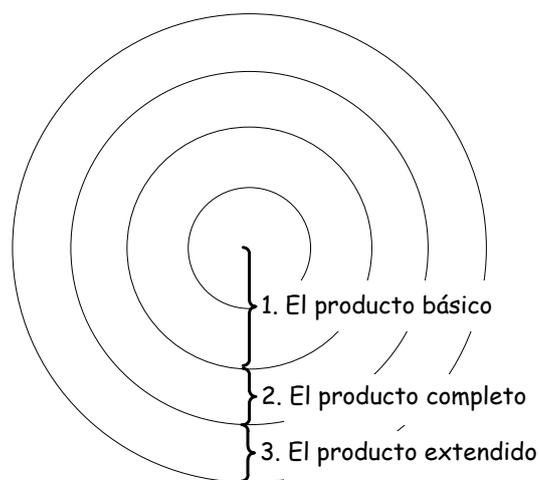
- La selección de una estrategia de despliegue se realiza mediante un taller que permita escoger la más adecuada a partir de sus ventajas y desventajas. Los autores del modelo Improvability recomiendan usar la teoría desarrollada por Ken Eason (véase Figura 8.54). En la Figura 8.54 se presentan las cinco diferentes estrategias desde las más revolucionarias hasta las más evolucionarias, en las cuales los nuevos usuarios comienzan a utilizar el nuevo software progresivamente sobre un periodo de meses o años. A continuación se describen las cinco estrategias.
  - *Big Bang*, implica que el software pasa al ambiente de producción por lo tanto todos los usuarios usaran el software a la vez.
  - *Aplicación paralela (Parallel application)*, implica que el software nuevo coexiste con el viejo durante un tiempo, pero el que está vigente es el viejo. Se comparan las salidas de ambos. Por lo tanto, el esfuerzo de los usuarios es grande porque implica ingresar información en ambos.
  - *Introducción de fase (Phase introduction)*. Implica que el software entra a producción por fases o etapas (módulos, unidades de negocio, unidades geográficas) de modo que gradualmente el grupo de usuarios empieza a utilizarlo. En este caso, no es necesario tener el software terminado para el despliegue pero se requiere de un largo periodo de tiempo en el cual se puede requerir interfaces temporales que permitan interactuar con un software pre-existente. No obstante, puede implicar que el software completo sea puesto en producción sólo para una parte del grupo de usuarios, y el resto del grupo lo utilizará eventualmente.
  - *Difusión experimental (Experimental diffusion)*, implica que el software es probado por parte de un grupo de usuarios. Después de un periodo de tiempo, las experiencias son comparadas con los resultados de las pruebas, y se decide cómo el experimento debe ser difundido a los demás usuarios o si debe ser permanente.
  - *Experiencia basada en el usuario (User based experiment)*, los usuarios por sí mismos prueban el software para determinar que pueden lograr usándolo.



**Figura 8.54. Las cinco estrategias de despliegue (Pries-Heje & Johansen, 2013)**

Cabe destacar que la difusión experimental y la experiencia basada en el usuario normalmente no son opciones factibles cuando ya está decidido desplegar el sistema.

- *El producto completo (The whole product)*, es una técnica propuesta por Geoffrey A. Moore, que considera que el usuario de un nuevo producto – software – generalmente espera obtener más que una solución técnica. Por lo tanto, se requieren los tres niveles que se presenta a continuación (véase Figura 8.55).



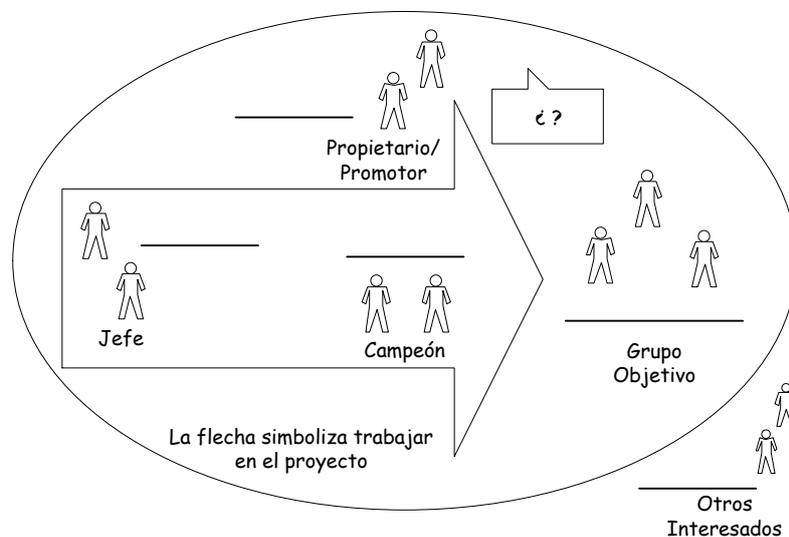
**Figura 8.55. El producto completo**

- El producto básico (*The core product*), corresponde a la idea del desarrollador sobre lo que debe preparar para entregar a los involucrados lo que contrataron. En este caso el software desarrollado.
- El producto completo (*The whole product*), corresponde a la idea del cliente de lo que ellos obtendrán, el producto básico y los productos complementarios relacionados que garantizan que el producto básico es fácil de usar. Por ejemplo: el software desarrollado, capacitación y soporte técnico – telefónico o presencial -.
- El producto extendido (*The expanded product*), no es relevante mientras el producto completo no está puesto en producción, y los interesados o desarrolladores sugieren completar el producto existente con servicios

adicionales. Por ejemplo los interesados pueden desear que el software incluya un servicio de respaldo de la base de datos.

Se sugiere combinar esta técnica con una lluvia de ideas sobre el producto “completo”, donde participe el grupo de desarrollo. Después, se debe facilitar la discusión y preguntas sobre el grupo de usuarios y el producto básico. Esto conduce a un rango de productos complementarios que apoyen la implementación del producto básico y cubran las expectativas de los interesados.

- Modelo de rol (*role model*) permite identificar los roles principales en el despliegue, y garantizar que todas las responsabilidades están claras, bien definidas y realmente han sido adoptadas puesto que se asignan los nombres de los responsables. El modelo de rol en el despliegue está relacionado con el cambio de un estado a otro estado motivado por el despliegue del software. En la Figura 8.56, el cambio está representado por una flecha que señala al grupo objetivo de usuarios y está compuesto por los cuatro roles principales que se describen a continuación.



**Figura 8.56. Modelo de Rol**

- Propietario o Promotor (*owner or sponsor*), es la persona o grupo de personas que respalda el proyecto, proporcionando recursos y demandando resultados.
- Jefe de proyecto de difusión (*Diffusion project manager*), es la persona que dirige el grupo que implementa el cambio.
- Campeón (*Champion*), es la persona que en la práctica influye sobre el grupo de usuarios y garantiza el logro del cambio.
- El grupo de usuarios, son los usuarios, especialistas o administradores que están adoptando el software.

Además de estos roles existen otros dos elementos esenciales en el modelo de rol:

- La razón porque (*The reason why*), la cual está representada por una burbuja de diálogo que emana del propietario y que describe porque el cambio es posible y deseable.
- Otros interesados secundarios (*other secondary stakeholders*), son los interesados diferentes a los ya mencionados anteriormente.

**Criterios de validación:** Para comprobar que el progreso de esta fase, se deberá establecer el estado en el que se encuentra:

- Se ha establecido la estrategia de despliegue.

- Se ha establecido cómo se pueden cubrir las expectativas de los interesados considerando las instrucciones acordadas para el despliegue.
- Se ha establecido los roles y responsabilidades para el despliegue.
- Se ha desplegado el software.
- Se ha obtenido la aceptación del software que permite el cierre del contrato.
- Se ha cerrado el contrato.
- Se están almacenando los productos de trabajo en el repositorio.

**Salidas:** En esta fase se espera desarrollar una práctica de despliegue continuo (CD por sus siglas en inglés *Continuous Deployment*), la cual se refiere a la práctica de desplegar el software en algún entorno, pero no necesariamente entregarlo automáticamente a los usuarios (Fitzgerald & Stol, 2014). Lo que diferencia el despliegue continuo del tradicional es una mayor frecuencia de despliegue del software (Claps, Berntsson Svensson, & Aurum, 2015). Por lo tanto, el bucle de retroalimentación usuario/desarrollador disminuye, y los clientes reciben actualizaciones constantemente.

Los artefactos de salida a obtener como consecuencia de la ejecución de esta fase son: Software versión ambiente de producción y Acta de aceptación.

## 8.4 Delimitación de la solución

La solución propuesta se ha diseñado considerando una serie de limitaciones. El problema consiste en fortalecer las capacidades de las microempresas para alcanzar la integración de modelos SPI. La delimitación de la solución responde a dos condiciones fundamentales: en primer lugar el entorno de aplicación propuesto, que constituye un segmento de las microempresas desarrolladoras de software, y en segundo lugar, las condiciones de aplicación relacionadas con el ciclo de vida del producto. Así, la propuesta para integración de modelos SPI partió de las siguientes condiciones para su delimitación e implementación:

### 8.4.1 Restricciones sobre el entorno de aplicación

El entorno de aplicación es el de microempresas, formalmente constituidas, compuestas por no más de 10 personas en su área de desarrollo de software y dedicadas a la creación de productos de software, los cuales no contemplen ni misión crítica ni soporte vital. Además, no se han considerado las startups debido a que son empresas emergentes cuya naturaleza y entorno son de alto riesgo y muy cambiantes. En relación al monto de ventas, no se ha considerado relevante, debido a que el caso de la mayoría de PYMES, por ende de microempresas, es que están luchando por sobrevivir. Aunque este aspecto podría resultar importante bajo determinadas circunstancias.

A pesar de que las entrevistas para determinar el proceso real de desarrollo fueron realizadas en el Ecuador, el presente estudio además incorpora fuentes bibliográficas internacionales y estudios previos similares realizados en Irlanda por ello su aplicación sería posible en otra localización geográfica (Sánchez-Gordón et al., 2015)..

Por otro lado, las empresas que se consideran susceptibles de implantar el marco propuesto deben cumplir las siguientes características:

- Han de tener el deseo de mejorar, es decir, su Gerente debe estar dispuesto a promover acciones que provoquen cambios en esta dirección. A su vez, el/los propietario/s de la microempresa también deben albergar este deseo de mejorar.
- El Jefe de proyectos debe tener experiencia previa en gestionar equipos, esto significa que debe tener la capacidad de liderazgo suficiente para motivar entre el equipo de desarrollo el uso del marco propuesto.

La primera característica elimina las posibilidades de implantación en microempresas con recursos tan limitados que no estén dispuestas a realizar inversiones de tiempo de su personal en este aspecto. La segunda característica, requiere que al menos quien desempeñe el rol de Jefe de proyecto tenga la experiencia y facultad para gestionar los cambios requeridos en el trabajo y en el equipo de desarrollo. Esto es que se den las facilidades para la implementación y el seguimiento de las técnicas para evaluar los cambios (avances o mejoras) en relación con el estado inicial o base de la microempresa.

#### 8.4.2 Restricciones sobre el proceso de software

La segunda restricción se enfoca en el proceso de software utilizado en la microempresa. Aunque existe una gran variedad de marcos de referencia de procesos y metodologías, el enfoque propuesto está centrado en lo siguiente:

*“En el contexto de la ingeniería de software, un proceso no es una prescripción rígida de cómo construir software. Más bien, es un enfoque adaptable que permite a las personas que hacen el trabajo (el equipo de software) seleccionar y elegir el conjunto adecuado de acciones y tareas de trabajo. El propósito es siempre entregar software de manera oportuna y con la calidad suficiente para satisfacer a quienes han patrocinado su creación y a quienes lo van a usar.”* (Pressman, 2009)

A partir de esta definición, se delimita lo siguiente:

- Que la implementación del marco sea con base a lo que la microempresa necesita, sin considerar cuántas ni cuáles técnicas se apliquen.
- Que los procesos estén en operación, implementados y se evidencie que están agregando valor a la microempresa.
- Que en la microempresa se esté planteando cómo hacer que, y una vez implementado el marco su proceso de software pueda mejorar.
- Que la solución permita independencia de las herramientas de desarrollo y lenguajes de programación así como independencia del sector, giro comercial y tamaño de los productos que desarrolla la microempresa.

Considerando que el proceso de negocio interno de las pequeñas organizaciones, como las microempresas, por lo general se centra en el desarrollo de sistemas de software personalizados, donde el producto de software se elabora progresivamente y de manera incremental, y por lo general los proyectos de software son independientes entre sí (O'Connor & Laporte, 2014), se acepta que el proceso de software en la microempresa debe ser progresivo e incremental (Sánchez-Gordón & O'Connor, 2015). Además, frecuente retroalimentación por un lado permite incrementar el aprendizaje de la organización compartiendo las lecciones aprendidas (Bayona et al., 2010), y por otro es esencial para mantener al equipo enfocado en alcanzar sus objetivos y conduce a un incremento en la motivación, productividad y desempeño (O'Connor, 2015), por ende es importante considerar una rápida y frecuente retroalimentación. Finalmente, es necesario que en la microempresa además se permita evaluar el estado actual de su proceso de desarrollo de software como base para definir estrategias y planes de acción orientadas a implantar el marco propuesto.

Considerando lo anterior, el protocolo general que se seguirá para la aplicación del marco será:

- Solicitud de intervención en la microempresa, con el fin de obtener.
- Presentación de la propuesta a los involucrados en la microempresa para motivar su participación y compromiso.
- La microempresa, bajo objetivos y estrategias propios, implementará la propuesta presentada.

- La microempresa identificará los qué, cómo y cuándo de la implementación.
- Se valorarán los resultados obtenidos con base a las consideraciones establecidas para su implementación.

En lo referente a la selección del caso para la validación de la solución que se propone en la presente tesis doctoral los criterios inicialmente planteados son los siguientes:

- Contar con un Jefe de Proyectos dispuesto a llevar a cabo la implementación.
- Contar con el apoyo y compromiso del Gerente y propietario/s para llevar a cabo la implementación.
- Que tuviesen implementado un proceso de desarrollo aunque fuese ad-hoc, con una antigüedad mayor a 1 año.
- Necesidad manifiesta de llevar a cabo acciones para lograr que la capacidad para mejorar permanezca como parte de la cultura de la microempresa y no se diluyan en el día a día.

## 9. Validación Empírica

El objetivo de la validación empírica que se desarrolla en el presente capítulo es verificar que el marco propuesto en esta tesis doctoral mejora el factor humano en entornos microempresa produciéndose, por ende, una mejora en la comunicación y satisfacción laboral. A continuación se describen el objetivo general de la presente tesis doctoral, tal y como se enunció en el capítulo introductorio de la misma:

*“Crear un marco capaz de establecer, desarrollar e incorporar los elementos necesarios para preparar a las microempresas en la creación y/o fortalecimiento de cualidades (factores humanos) que apoyan la integración de modelos SPI”*

El objetivo general se puede descomponer en los siguientes sub-objetivos:

- **O1:** Identificar las mejores prácticas en el proceso de desarrollo de software y los factores de éxito, especialmente los factores humanos, que facilitan la adopción de los modelos SPI en el ámbito microempresa.
- **O2:** Diseñar un marco de trabajo, basado en los estudios previos, que integre el proceso y los factores que facilitan la inclusión de modelos SPI.
- **O3:** Desarrollar el marco como artefacto que permita su adopción en el entorno de la microempresa.
- **O4:** Validar el marco mediante expertos en el área de investigación.
- **O5:** Implementar el marco propuesto en un caso de estudio.
- **O6:** Evaluar el impacto y los resultados de la aplicación del marco propuesto.

Considerando los objetivos antes mencionados, la hipótesis general de esta investigación es:

*Si se dispone de un marco holístico y sistemático para activar el factor humano en las microempresas de software, que especifique formas de hacer las cosas mientras las alienta conscientemente a mejorar su capacidad de mejorar, **entonces** tal marco puede ser adoptado por las organizaciones para gestionar comportamientos que conduzcan a la integración de modelos SPI.*

De ahí se desprenden las siguientes sub-hipótesis.

- **H<sub>1</sub>:** Una instancia del marco representa un cambio positivo en la percepción que tiene el personal sobre la comunicación entre los miembros del equipo porque facilita el desempeño de sus tareas a través de técnicas que influyen en factores humanos como la concienciación, la creación de redes y el compromiso.
- **H<sub>2</sub>:** Una instancia del marco representa un cambio positivo en la percepción que el personal tiene sobre la satisfacción en el trabajo porque promueve factores humanos como la actitud positiva y la motivación.

Para la validación de estas sub-hipótesis se llevó a cabo una evaluación general del marco por expertos, seguida de la aplicación del método de caso de estudio que permitió comprobar si el marco propuesto contribuye a proporcionar un mecanismo efectivo para fortalecer el factor humano con el fin de lograr un entorno propicio para la integración de modelos SPI.

### 9.1 Planificación de la validación empírica

En las siguientes secciones se presenta la descripción de la planificación para cada una de las fases que conforman el proceso de validación del marco propuesto.

**Fase 0: Validación de expertos.**- Con el fin de obtener opiniones, sugerencias, retroalimentación o comentarios de diferentes expertos en SPI preferentemente en el entorno PYMES, se llevará a cabo una evaluación externa del marco propuesto por un conjunto de cinco expertos internacionales en este ámbito.

**Fase 1: Caso de estudio.** Un caso de estudio industrial es muy importante para la evaluación del marco. Se definieron cuatro pasos principales: (i) diseñar, (ii) ejecutar, (iii) analizar, y (iv) reportar. Para la fase de ejecución se han establecido tres fases diferentes para evaluar el marco propuesto. Estas fases son diferentes en su ejecución en el tiempo pero también en el contexto físico y operativo, motivo por el cual cada una de ellas se describe por separado. Por otro lado, debido a la dificultad de lograr la participación y el compromiso de microempresas la selección se realizó por medio de contactos personales de la doctoranda. Sin embargo, con el fin de generar resultados de evaluación que sean a la vez representativos y confiables, se consideraron microempresas desarrolladoras de software con menos de 10 empleados interesadas en fortalecer la comunicación y satisfacción laboral.

**Fase 1.1: Pre-ejecución.** Validación de la situación actual mediante la aplicación de los instrumentos de medida establecidos en la sección 9.3.2.

**Fase 1.2: Ejecución.** Comprende la puesta en marcha de los elementos de inicio y gestión de cambio del marco propuesto. Las actividades más relevantes son la definición del plan de acción, la realización de talleres de los elementos seleccionados en el plan de acción, y el seguimiento y la observación del uso de las técnicas escogidas.

**Fase 1.3: Post-ejecución.** Validación de la situación después de la implementación del marco propuesto. Aunque el análisis de resultados es parte de esta fase, en el presente documento se describe de forma separada en el Capítulo 10.

## 9.2 Validación de Expertos

### 9.2.1 Estrategia de Investigación

Para garantizar la validez del marco es importante contar con la opinión de varios expertos en el área. Esto brinda la oportunidad de modificar, adaptar y mejorar el diseño inicial. De ahí, la necesidad de seleccionar una perspectiva teórica interpretativa con el fin de obtener una comprensión holística de los puntos de vista de los expertos. Este enfoque conduce naturalmente a estrategias de investigación cualitativa que han sido introducidas en estudios en el ámbito de la investigación de la ingeniería de software (Basili et al., 2007; Kitchenham & Charters, 2007; O'Connor, 2012; Runeson et al., 2012). Horn (2006) indica que un experto tiene como característica la capacidad de entender el problema con más detalle y profundidad, de modo que un experto puede distinguir varios aspectos de una situación que usualmente son pasados por alto por otros. Por tanto, el juicio de expertos como estrategia de validación presenta una serie de ventajas entre las que destacan la posibilidad de obtener una amplia y pormenorizada información sobre el objeto de estudio y la calidad de las respuestas por parte de los participantes (Cabero Almenara & Llorente Cejudo, 2013; Casado-Lumbreras et al., 2009; Colomo-Palacios, Casado-Lumbreras, Soto-Acosta, & García-Crespo, 2013; Jørgensen, Boehm, & Rifkin, 2009). No obstante, su adecuada aplicación depende del número y de los criterios de selección de los participantes.

En cuanto a los procedimientos de selección de los expertos, en la literatura se puede encontrar desde los que no implican ningún filtro de selección, como en los casos de afinidad o cercanía entre el experto y el investigador, hasta los que utilizan una serie de criterios estructurados como son el Biograma o el Coeficiente de Conocimiento. De ahí que esta estrategia de validación ha sido utilizada en el ámbito de la ingeniería de software

(Angkananon, Wald, & Gilbert, 2014; Borro-Escribano et al., 2014; Büyüközkan & Görener, 2015; Herranz et al., 2016; Souag, Salinesi, Wattiau, & Mouratidis, 2013).

En lo relacionado a esta tesis se diseña una estrategia para la validación del marco en su conjunto. Para la recolección de datos se identificaron reconocidos expertos en SPI para confirmar que el marco propuesto mediante la integración de factores humanos podría apoyar a las pequeñas empresas de software en su trabajo diario. Particular atención se ha puesto en la selección de expertos para evitar amenazas de validez. Los criterios aplicados en la selección de potenciales participantes se apoyaron en la credibilidad, conocimiento y experiencia en SPI aplicados mediante los siguientes dos criterios: el Biograma y el Coeficiente de Conocimiento (Cabero Almenara & Llorente Cejudo, 2013). En el primero de los dos criterios, el Biograma, se generó una biografía del experto en función de sus respuestas sobre aspectos de su trayectoria tales como, años de experiencia y formación, investigaciones, conocimiento del objeto de estudio, a partir de los cuales se infiere su adecuación y pertinencia para su actividad de experto. Para la obtención del segundo, Coeficiente de conocimiento o información que tiene el experto acerca del tema o problema planteado, se consideró la valoración que realiza el propio experto en la escala del 1 al 5 (véase sección 9.2.3). En cuanto al número de expertos finales que deben participar, la teoría del tamaño de grupo varía en sus sugerencias con respecto al número adecuado de participantes. Algunas reglas generales indican entre cinco y diez personas o el mayor número posible, y no menos de tres, para poder manejar las discrepancias entre los expertos. No obstante, al considerar que los requisitos de tamaño de la muestra se establecen en una evaluación heurística, que a menudo utiliza entre tres y cinco expertos (Preece, Sharp, & Rogers, 2001), y dadas las dificultades para conseguir que un gran número de expertos participen en el estudio, se ha acordado entre los directores y la doctoranda que cinco participantes lograrían un equilibrio adecuado para los propósitos de este estudio tal como en (Antunes, Sapateiro, Pino, Herskovic, & Ochoa, 2010; Reinhartz-Berger, Itzik, & Wand, 2014; Snow & Keil, 2002). Otra consideración fue que los expertos deberían proceder de al menos tres países diferentes, esto con el fin de alcanzar un carácter más universal que se beneficie de las diferencias culturales (Lucassen, Dalpiaz, van der Werf, & Brinkkemper, 2016; Mahmood, Anwer, Niazi, Alshayeb, & Richardson, 2017). Además, se tomó en cuenta que los participantes posean un alto nivel de estudios (PhD), más de 5 años de experiencia en SPI, y tengan al menos 20 publicaciones científicas. Se basan

### 9.2.2 Instrumento de Medición

Antes de la aplicación del marco en un entorno real, es necesario evaluar la viabilidad del propio marco, de ahí que el primer paso de la validación propuesta sea la evaluación del marco por parte de un grupo de expertos internacionales en el área de SPI preferentemente en el entorno PYMES.

La opinión de los expertos en el área, dará la oportunidad de modificar, adaptar y mejorar el diseño inicial de forma que se garantice su validez. Con este fin se utilizó el instrumento "Cuestionario evaluación de Expertos", el cual ha sido adaptado a los objetivos específicos del presente estudio. Este cuestionario ha sido previamente utilizado en diferentes contextos (Colomo-Palacios, Casado-Lumbreras, Soto-Acosta, García-Peñalvo, & Tovar-Caro, 2013; Colomo-Palacios et al., 2010; Ruano-Mayoral, Colomo-Palacios, Fernández-González, & García-Crespo, 2011). El cuestionario está diseñado para ser enviado por correo electrónico a los expertos que confirmen su participación en el estudio. Los expertos llenarán el cuestionario de una manera remota. La Tabla 9.1 muestra las preguntas abiertas acerca de varios aspectos del marco propuesto, tales como rigor metodológico, innovación teórica, utilidad práctica.

Criterio	Preguntas
<b>Análisis del objetivo del marco</b>	En su opinión, ¿considera adecuado el objetivo del diseño del marco propuesto?
<b>Metodología</b>	¿Cuál es su opinión sobre la metodología utilizada para el diseño del marco propuesto?
<b>Innovación teórica</b>	En su opinión, ¿el diseño del marco representa algún tipo de innovación teórica?
<b>Aplicabilidad</b>	Después de la implantación del marco, ¿son los resultados potencialmente aplicables en el entorno microempresa?
<b>Aspectos susceptibles de mejora</b>	¿Qué aspectos relativos al marco propuesto (fases y flujo del proceso de desarrollo, técnicas, roles y responsabilidades, competencias y niveles de roles, iniciación, y gestión de cambio) son susceptibles de mejora?
<b>Comentarios adicionales</b>	Por favor, en general exprese libremente sus opiniones y pensamientos sobre el marco propuesto.

Tabla 9.1. Cuestionario de evaluación de expertos

### 9.2.3 Ejecución

A continuación se describe el contexto de la ejecución de la validación de expertos. Los posibles participantes fueron identificados a través de las publicaciones científicas y contactos personales considerando los criterios formulados en la planificación. En la Tabla 9.2, se resume el cumplimiento de los criterios. Cabe destacar que uno de los expertos (E2) ha participado en la creación de un modelo de procesos bien conocido (MoproSoft), y de las normas ISO 29110 y OMG Essence. Los cinco expertos fueron invitados por correo electrónico para participar en la validación. Todos ellos aceptaron participar en la validación, y su confianza en la revisión del marco es bastante familiar (cerca de 4). Teniendo en cuenta lo antes mencionado, se considera que estos expertos proporcionarían una valiosa información. Además, tres de ellos han publicado extensamente sobre SPI en PYMES. Sus lugares de trabajo están en Norteamérica (Estados Unidos y México) y Europa (España).

Experto	E1	E2	E3	E4	E5
<b>Procedencia</b>	España	Mexico	España	Mexico	USA
<b>Educación</b>	PhD.	PhD.	PhD.	PhD.	PhD.
<b>Años de experiencia en SPI</b>	14	20	20	8	20
<b>Nivel de Confianza en la evaluación [1 - 5] 1=no familiarizado, 5=muy familiarizado</b>	4	5	2	5	5

Tabla 9.2. Historial de expertos

Los participantes fueron plenamente informados sobre las implicaciones de su participación en la investigación, y para cumplir con las cuestiones éticas, a cada experto se le proporcionó un perfil de investigación. El proceso de validación se realizó en línea (correo electrónico) con dos documentos adjuntos: cuestionario e información sobre el marco propuesto.

### 9.2.4 Análisis

El análisis de las respuestas extraídas de los cuestionarios recibidos se lleva a cabo críticamente. Esto significa que las respuestas de todos los expertos sobre un tema en particular se leen y entienden. La decisión de aceptar o no las sugerencias de los expertos se lleva a cabo de acuerdo con una adaptación de las reglas presentadas por Vegas & Basili (2005) en su trabajo de definición de un esquema de caracterización para técnicas de prueba de software. A continuación se listan las reglas utilizadas:

1. Si los expertos no están de acuerdo, se aceptará la opinión de la mayoría.
2. Si más de un experto propone un cambio, se tendrá en cuenta la recomendación.

3. Si sólo un experto recomienda un cambio, se aceptará si no se debe a una mala interpretación. Pero, se dejará para la investigación futura.

#### 9.2.4.1 *Objetivos*

Los objetivos del marco fueron validados con éxito por cuatro expertos, como se evidencia en la cita de E1 "... los objetivos parecen adecuados y oportunos ...", además E3 afirma "... la creación de un marco que apoye en la creación y fortalecimiento de cualidades que apoyen a la integración de SPI es muy adecuado ..." y E2 menciona que "... en términos generales tu objetivo tal como yo lo interpreto me gusta pero la redacción podría mejorarse ...". Como resultado de los comentarios del último experto, se revisó la redacción para reducir malentendidos y hacer que el contenido sea claro y comprensible sin asumir conocimientos. Debe mencionarse que la preocupación de E2 es diferente de E5 porque se refiere a los términos "factores de éxito" y "modelos SPI". Por el contrario, E5 señala que "... las técnicas propuestas hacen referencia a su impacto, no en la adopción de procesos de mejora (SPI) sino en el proceso de desarrollo ..." continúa "... No es que esto esté mal pero el foco del trabajo es diferente del que el objetivo propone. Creo que este objetivo, a la luz del trabajo hecho debería reformularse ..." y "Hasta tanto esta falta de concordancia entre los objetivos y el trabajo realizado no sea resuelta es difícil contestar los otros puntos". Con el fin de entender mejor los comentarios de este último experto (E5) se llevó a cabo una entrevista via Skype. Esto reveló que desde su punto de vista las conexiones entre el planteamiento del objetivo de investigación y el trabajo llevado a cabo eran débiles porque las técnicas propuestas se enfocan en el proceso de desarrollo de software y no en la adopción de procesos de mejora (SPI). Por lo tanto, sugería su revisión antes de proseguir con su evaluación. Sin embargo, también manifestó que su opinión no invalidaba la propuesta ni menoscababa la posición de otros investigadores involucrados en el proceso de evaluación. En relación a su experiencia laboral fuera del ámbito académico, se nota que trabajó por casi 15 años para grandes empresas (Lockheed Martin y Ericsson). Teniendo en cuenta lo anterior, los resultados de la evaluación previa realizada por tres profesores expertos en este ámbito (durante la pre-lectura) y, por supuesto, las respuestas de los otros cuatro participantes en este estudio, se ha decidido analizar los resultados de esta validación como está planteada. Por lo tanto, se obtuvieron cuatro respuestas de los participantes.

#### 9.2.4.2 *Metodología*

La metodología fue validada con éxito por cuatro expertos. Uno de ellos (E1) afirma que "La metodología definida es interesante" y sugiere "una mejora menor [de forma en el documento]". Aunque tres de ellos (E2, E3, E4) señalan que la metodología parece apropiada, E3 manifestó su preocupación por la integración de los requisitos de los factores humanos después de que se diseñó el marco, sin embargo esto no es realmente así porque los factores humanos fueron considerados durante todo el proceso de diseño. Además, E5 sentía que necesitaba más detalles para evitar malentendidos y ser capaz de responder.

#### 9.2.4.3 *Innovación teórica*

La innovación teórica fue validada con éxito por cuatro expertos porque el marco está tomando en cuenta factores humanos. Como lo expresó E2 de manera más concisa "Si, si se incorpora bien el tema de factor humano en las actividades 'clásicas'.". Sin embargo, E1 sugiere "... hay que resaltar de mejor manera ese 'delta' [factores humanos]..." y E5 no respondió a esta pregunta.

#### 9.2.4.4 *Aplicabilidad*

En cuanto a la pertinencia, ninguno de los expertos proporcionó comentarios negativos - tres de ellos dieron comentarios positivos mientras que los otros dos no contestaron esta pregunta. E1 explica que "... todavía no se ha implantado el marco pero resulta razonable considerar que

los resultados puedan ser aplicados a entornos de microempresa ...". Asimismo, E3 señala que "... en el entorno de microempresa es fácil implantar la metodología porque los actores se conocen entre sí. El problema puede ser la sobrecarga en las actividades a realizar por los roles... ". Esta afirmación también es apoyada por E4, quien añadió: "... considero que si puede ser potencialmente aplicable [marco propuesto] siempre y cuando la mipyme cuente con un coach y/o una herramienta de soporte que le apoye en la realización de los diagramas propuestos en la fase [artefactos] ... ". Por otro lado, E2 dijo que no entendió la pregunta, por lo cual no la respondió. Finalmente, E5 no respondió a esta pregunta por los motivos que se mencionaron en los objetivos.

#### 9.2.4.5 Áreas para mejorar

E1 y E5 manifestaron su preocupación por la implementación del modelo "Defying Doom" en el contexto de las pequeñas empresas, sin embargo existe evidencia empírica que sugiere que su implementación es factible en este entorno. Por otro lado, E1 mantuvo que *"en general son adecuados pero resultaría interesante identificar qué factores humanos son los que más afectan o tienen mayor relevancia"*. Mientras, E3 y E4 indicaron la necesidad de ser conscientes de la carga de trabajo involucrada en cada rol. Debido a que E1, E2 y E4 sugirieron algunos cambios del diagrama marco, estos se han utilizado para mejorar su contenido con el fin de facilitar una mejor comprensión del mismo. Por ejemplo, E2 afirmó que *"en el diagrama parece que las 7 fases se repiten"*, y es importante dividir el modelo de proceso y el método de implementación, consecuentemente el diagrama fue revisado. Además, le preocupaba la cantidad de técnicas - información - que los practicantes tendrían primero que entender antes de realizar una implementación. De ahí que se han preparado una serie de talleres de corta duración como parte del elemento de iniciación del marco.

### 9.2.5 Conclusiones

Respecto a las limitaciones, están relacionadas principalmente con el tamaño y la calidad de la muestra. El grupo consistía sólo de cinco expertos que tienen 82 años-persona de práctica y experiencia en esta área. De hecho, es muy difícil encontrar expertos con mucha experiencia y *know-how* en SPI, en particular en PYMES. Cabe mencionar que uno de ellos (E5) fue el más crítico de todos y encontró difícil responder a las preguntas. Por esta razón se utilizó una técnica de entrevista, que reveló que su punto de vista es muy diferente del resto de expertos participantes. Por lo tanto, cuatro expertos (62 años-persona) participaron activamente en este estudio. No obstante, este nivel de validación es limitado, por ende se aplicó un caso de estudio para una evaluación en profundidad.

## 9.3 Caso de estudio

### 9.3.1 Estrategia de Investigación

Acorde a Runeson & Höst (2008), diferentes estrategias de investigación sirven para diferentes propósitos, un tipo de estrategia de la investigación no se ajusta a todos los propósitos. Por lo que se distinguen principalmente cuatro tipos, los cuales pueden ser utilizados dentro del enfoque de estudio de casos:

- **Exploratorio:** indaga lo que está sucediendo, en busca de nuevas ideas y la generación de ideas e hipótesis para nuevas investigaciones.
- **Descriptivo:** retrata una situación o fenómeno.
- **Explicativo:** busca sobre todo una explicación de una situación, pero no necesariamente en la forma de una relación causal.
- **De mejora:** trata de mejorar un determinado aspecto del fenómeno estudiado.

De ahí que, la naturaleza de la presente investigación se considera una combinación de estudio *explicativo* (confirmar hipótesis), *descriptivo* (entrevistas y observación) y *de mejora* (implementación de la propuesta).

Además Klein y Myers (1999) citado en (Runeson et al., 2012) definen tres tipos de casos de estudio dependiendo del paradigma de investigación:

- **Positivista**, busca evidencia de proposiciones formales, medidas de variables, pruebas de hipótesis y saca conclusiones a partir de una muestra de una población.
- **Crítico**, tiene como objetivo fundamental la crítica social y en ser emancipadora, es decir, la identificación de las diferentes formas de dominación social, cultural y política que puedan afectar a la capacidad humana
- **Interpretativo**, trata de comprender los fenómenos mediante la interpretación de los participantes de su contexto.

Por lo antes mencionado, esta tesis se ajusta a un enfoque de casos tipo *positivista* e *interpretativo*, los cuales están relacionados con la naturaleza explicativa y descriptiva antes mencionada.

Por último, la investigación empírica puede ser inductiva o deductiva (Runeson et al., 2012).

- **Inductiva**, significa que la teoría es inducida desde las observaciones, utilizando mente abierta e identificando patrones para lograr una hipótesis y finalmente relacionarlos a una teoría existente.
- **Deductiva**, empieza con una teoría existente a partir de la cual se plantean hipótesis, y finalmente se hacen las observaciones. Durante el análisis, las observaciones confirman o rechazan las hipótesis, lo cual conduce a confirmar o rechazar teorías.

En esta investigación debido a que el caso de estudio es explicativo tiene características *deductivas* (véase Figura 9.1).

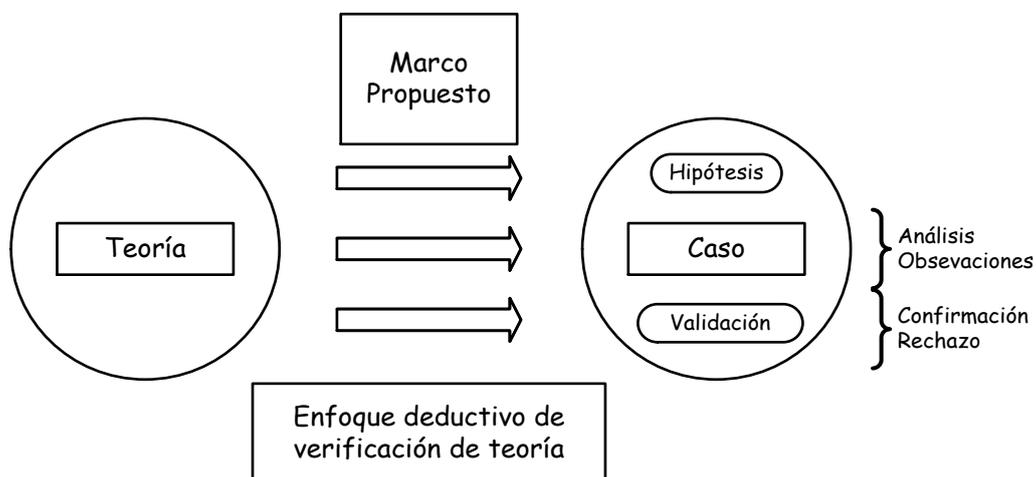


Figura 9.1. Naturaleza deductiva del caso de estudio

Los casos de estudio se conducen en el mundo real por lo tanto tienen un alto grado de realismo en su mayoría a expensas del nivel de control (Runeson et al., 2012). Los datos recogidos en un estudio empírico pueden ser cuantitativos o cualitativos. La naturaleza de los datos para ésta investigación es inherentemente cualitativa. Además, en el caso de estudio se aplicarán encuestas, entrevistas, análisis de artefactos y observación por lo que se recoge palabras y descripciones. En relación al diseño del caso de estudio puede ser fijo o flexible

(Runeson et al., 2012). En un diseño fijo, todos los parámetros se definen al inicio del estudio, mientras que en el diseño flexible los parámetros del estudio pueden cambiar durante el transcurso del estudio. Los casos de estudio típicamente tienen un diseño flexible. En el presente trabajo, el caso de estudio se considera como *flexible*, porque a partir de la presentación de la propuesta a los involucrados en la microempresa, ellos definen sus propios objetivos y estrategias para implementar la propuesta presentada. Adicionalmente, considerando las recomendaciones de Runeson y Höst (2008) no se disminuirá el rigor con el que se siguen los procedimientos del caso de estudio y se contemplará triangulación para incrementar la precisión de la investigación empírica (véase sección 6.3).

Acorde a Lee y Baskerville (2003), a fin de aumentar la generalización y para mejorar la certeza de los resultados, a veces es necesario ampliar el estudio más allá de un solo participante u organización, es decir, aumentar el tamaño de la muestra - un enfoque reconocido para resolver la cuestión de la certeza. A este respecto, es pertinente considerar que conseguir el acceso a las microempresas de software para llevar a cabo este tipo de estudios es muy difícil. Por lo tanto, a pesar de que un mayor número de organizaciones participantes contribuyen a la generalización de los resultados, existe una limitación práctica en conseguir el acceso a este tipo de organizaciones. No obstante, en general el diseño de caso único es justificable bajo ciertas circunstancias (Yin, 2009), donde el caso representa (a) una prueba crítica de la teoría existente, (b) una circunstancia rara o única, o (c) un caso representativo o típico, o cuando el caso atiende un propósito (d) revelador o (e) longitudinal. La naturaleza del caso es *reveladora* cuando un investigador tiene la oportunidad de observar y analizar un fenómeno previamente inaccesible a la investigación. El único caso mostrará cómo la investigación en este tipo de tópicos puede ser hecha, y estimular más investigaciones en este ámbito. Es por ello que el diseño del caso único en esta investigación resulta revelador.

Se nota además que un único caso de estudio puede ser usado para probar los límites de una teoría bien formada (Benbasat et al., 1987). Esto se apoya en que el objetivo del caso de estudio es hacer un análisis de “generalización” y no una “particularización”. Los casos, como los experimentos, se basan en la generalización analítica. En la generalización analítica, el investigador está tratando de generalizar un conjunto particular de los resultados de una teoría más amplia (Yin, 2009). No obstante, una vulnerabilidad potencial del diseño de caso único es que un caso más tarde resulte no ser el caso que se pensaba que era en principio (Yin, 2009). Por lo tanto, el diseño de este tipo de casos requiere una cuidadosa investigación del caso potencial para reducir al mínimo las posibilidades de distorsión y maximizar el acceso necesario para recoger la evidencia estudio de caso. Considerando lo anterior, esta investigación ha cubierto estas grandes preocupaciones con una estrategia para generar la confianza y participación de la microempresa, iniciada en la fase de entrevistas de esta investigación, de forma que se ha garantizado el acceso para hacer la implementación del marco y recoger toda la evidencia pertinente para ser estudiada.

Un paso importante en el diseño y la realización de un caso único es la definición de la unidad de análisis (o el caso en sí). A pesar de la naturaleza holística de la investigación para evitar un nivel excesivamente abstracto, carente de datos suficientemente claros, esta investigación ha adoptado un diseño *holístico* como mecanismo para enfocar la investigación del caso de estudio. Donde el contexto está marcado por la microempresa, el fenómeno de interés es la implantación del marco propuesto en el equipo de desarrollo y la unidad de análisis se corresponde con los dos equipos identificados mediante los roles que desempeñan.

A continuación se detalla la descripción de la planificación llevada a cabo para cada una de las fases que conforman el proceso de validación del marco propuesto.

### 9.3.2 Instrumentos de Medición

Al realizar la revisión de la literatura disponible no se encontró ningún instrumento psicométrico previamente creado con el fin de evaluar la comunicación y satisfacción laboral en el contexto de esta investigación, por lo tanto es importante determinar qué acercamiento es más aconsejable para las características de las microempresas desarrolladoras de software. La investigación sobre la comunicación y satisfacción laboral se ha realizado por más de 70 años y se pueden encontrar diferentes instrumentos para medirlas. En este estudio, se toman en cuenta únicamente aquellos instrumentos con versiones ligeras en idioma español, internacionalmente aplicados que presenten un nivel de fiabilidad y validez comprobado en estudios previos. Se toma en cuenta que para mantener la fiabilidad del instrumento de medición no es aconsejable cambiarlo porque una modificación (por ejemplo, agregar, eliminar o volver a redactar ítems) a menudo requiere un nuevo estudio psicométrico (Graziotin, Wang, & Abrahamsson, 2015). Además de los resultados de los cuestionarios, se analizan otras variables independientes de tipo socio-laboral como edad, sexo, antigüedad en la empresa y si el encuestado tenía o no personal a cargo.

#### 9.3.2.1 Satisfacción Laboral

Para la satisfacción laboral se encontraron tres instrumentos: El cuestionario de satisfacción de Minnesota (MSQ), El JDI (Job Descriptive Index) y el cuestionario S20/23.

El cuestionario S20/23 (Meliá & Peiró, 1998), permite la obtención de una medida global de satisfacción y la descripción de cinco factores: satisfacción con la supervisión, satisfacción con el ambiente físico, satisfacción con las prestaciones recibidas, satisfacción intrínseca del trabajo y satisfacción con la participación. Los 23 ítems del S20/23 fueron seleccionados a partir de los 82 ítems del S4/82 con un formato de respuesta tipo Likert que fluctúa entre 1 y 7 (de Muy Insatisfecho a Muy Satisfecho).

El Job Descriptive Index (JDI), en español conocido como Inventario de Satisfacción en el Trabajo (IST) propuesto por (Smith, Kendall, & Hulin, 1969), evalúa la satisfacción a través de aspectos como: los compañeros, el trabajo y las tareas, las oportunidades de promoción, el mando y la satisfacción y, por último, el salario.

La escala estandarizada de satisfacción laboral de Minnesota fue creada en 1967 (MSQ por sus siglas en inglés *Minnesota Satisfaction Questionnaire*). En 1977, el análisis posterior de la escala original reveló que había 20 aspectos que eran centrales al concepto. La Tabla 9.3 muestra cómo cada uno de los ítems corresponde a cada uno de los 20 aspectos mencionados y dan como resultado tres factores que componen el nivel de satisfacción (Weiss, Dawis, England, & Lofquist, 1967). Así, la satisfacción intrínseca y extrínseca son los dos factores que resultaron de la versión corta. Por ejemplo, los ítems relacionados con factores extrínsecos son: 5, 6, 12, 13, 14, 17, 18, y 20.

No sorprende que al analizar cada uno de los cuestionarios se encuentren similitudes en los aspectos abordados y sus ítems. Sin embargo, se descartan los dos primeros cuestionarios porque tienen varias preguntas relacionadas con aspectos que no son parte de la propuesta de la presente investigación como por ejemplo las condiciones físicas y horarios de trabajo. Por lo tanto, se selecciona el MSQ cuyo detalle se puede visualizar en el Apéndice C. Cuestionario de Satisfacción de Minnesota (MSQ)<sup>24</sup>.

---

<sup>24</sup> Se puede descargar <http://vpr.psych.umn.edu/instruments/msq-minnesota-satisfaction-questionnaire>

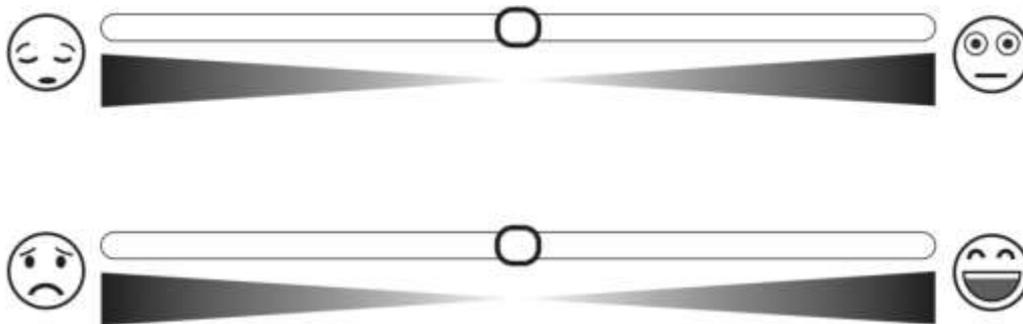
#	FACTOR	ASPECTOS	ITEM
1	Intrínseca	Actividad	Poder mantenerme ocupado(a) todo el tiempo
2	Intrínseca	Independencia	La oportunidad de hacer mi trabajo solo(a)
3	Intrínseca	Variedad	La oportunidad de hacer cosas diferentes de vez en cuando
4	Intrínseca	Estatus Social	La oportunidad que me provee mi trabajo para ser alguien importante en la comunidad
5	Extrínseca	Supervisión de relaciones humanas	La manera en que mi jefe(a) trata a sus empleados
6	Extrínseca	Supervisión técnica	La competencia de mi supervisor(a) en la toma de decisiones
7	Intrínseca	Valores morales	La posibilidad de hacer cosas que no vayan en contra de mi conciencia
8	Intrínseca	Seguridad	La forma como mi empleo me ofrece un trabajo estable
9	Intrínseca	Servicio social	La oportunidad de hacer algo por los demás
10	Intrínseca	Autoridad	La oportunidad de decirles a otros lo que deben hacer
11	Intrínseca	Aprovechamiento de habilidad	La oportunidad de hacer algo que haga uso de mis habilidades
12	Extrínseca	Políticas y prácticas de la empresa	La forma como se ponen en práctica las políticas de la empresa
13	Extrínseca	Compensación	El salario que recibo y la cantidad de trabajo que realizo
14	Extrínseca	Promoción	Las oportunidades de promoción/ascenso en este trabajo
15	Intrínseca	Responsabilidad	La libertad para usar mi propio juicio
16	Intrínseca	Creatividad	La oportunidad de probar mis propios métodos para hacer el trabajo
17	General	Condiciones de trabajo	Las condiciones de trabajo
18	General	Compañeros de Trabajo	La forma como mis compañeros de trabajo se llevan entre si
19	Extrínseca	Reconocimiento	Los comentarios positivos que recibo por hacer un buen trabajo
20	Intrínseca	Logro	La sensación de logro que obtengo de mi trabajo

**Tabla 9.3. Ítem de cada aspecto de MSQ versión corta**

Además, debido a que el marco incluye una serie de artefactos que son parte de las técnicas incorporadas puede resultar interesante conocer como cada persona se siente al usarlos no a nivel de específicas emociones sino en términos de dimensiones más globales como el placer, la energía y el dominio. En este caso, se puede utilizar una teoría dimensional de afectos como la presentada en los modelos PAD, donde tres dimensiones – valencia (agradable-desagradable), activación (relajado-activado) y dominancia/control (dominante-dominado) – caracterizan los estados emocionales de los seres humanos (Graziotin et al., 2015). Los instrumentos de medida más conocidos son Maniquí de autoevaluación (*Self-Assessment Manikin*, por sus siglas en inglés *SAM*) y la malla de afectos (*Affect Grid*) creada por Russell, Weiss, & Mendelsohn (1989). De este último, se han encontrado un trabajo aplicado a la ingeniería de requerimientos de software (Colomo-Palacios, Casado-Lumbreras, Soto-Acosta, & García-Crespo, 2011) y se deriva un más reciente instrumento con una escala digital denominado el *Affective Slider* (*Affective Slider*, por sus siglas en inglés *AS*) (Betella & Verschure, 2016).

Los dos primeros instrumentos tienen la ventaja de eliminar los procesos cognitivos asociados con las medidas verbales, y por tanto son muy rápidos y simples para utilizar. No obstante, en este trabajo se ha seleccionado el *Affective Slider* porque incluye únicamente dos controles deslizantes (*slider*), uno para valencia y otro para activación (véase Figura 9.2), que intuitivamente pueden ser utilizados debido a las nuevas habilidades adquiridas por la gran difusión de dispositivos electrónicos, y no requiere ninguna clase de instrucciones escritas porque depende exclusivamente de pistas no verbales (*emoticons*) (Betella & Verschure, 2016).

El detalle de este instrumento se puede visualizar en el Apéndice E. Directrices de diseño e implementación de Affective Slider<sup>25</sup>.



**Figura 9.2. The “Affective Slider” (AS)**

Finalmente, cabe mencionar que existe evidencia indicando que los profesionales en el área de software no distinguen entre la motivación y satisfacción laboral (França et al., 2014), por lo que França et al. (2014) encontraron que el comportamiento motivado se percibe en términos de compromiso y enfoque.

#### 9.3.2.2 Comunicación Organizacional

De acuerdo a Varona (2005) los primeros escritos sobre la evaluación de la comunicación organizacional aparecieron en Estados Unidos a principios de los años 1950. Sin embargo, el desarrollo más significativo de las auditorías de comunicación organizacional se dio a principios de los años 70. Además, Varona menciona como los tres cuestionarios más conocidos a “ICA Communication Audit”, “The LTT Audit System” y el “Communication Satisfaction Questionnaire”. Aunque de la revisión de la literatura realizada por la autora del presente trabajo de investigación se desprende que existen versiones en español de estos instrumentos, estas traducciones se han realizado específicamente para trabajos aislados de investigación. No obstante, el tercer instrumento destaca porque en 1990 fue revisado, ampliado y renombrado como “Communication Audit Questionnaire” (CAQ) por Cal W. Downs. Considerando lo anterior se seleccionó la versión en español del CAQ conocida como “Cuestionario de la Auditoría de la Comunicación” (CAC) porque se desarrolló como parte del trabajo doctoral de Varona (1991) y ha sido utilizada por investigadores de otras áreas en sus trabajos. El detalle de este instrumento se puede visualizar en el Apéndice B. Cuestionario de la Auditoría de la Comunicación (CAC).

#### 9.3.2.3 Clima de Trabajo en Equipo

Aunque existe una serie de test estándares para estudiar las dimensiones del clima de trabajo en equipo destacan por su aplicación previa en investigaciones en el área de Ingeniería de Software dos de ellos (Gómez Pérez, 2010): el cuestionario del Inventario de Selección de Equipo (en inglés, *Team Selection Inventory*, TSI) y el cuestionario Inventario de Clima de Equipo (en inglés, *Team Climate Inventory*, TCI). El TCI (Anderson & West, 1998) se utiliza para determinar el clima real de los equipos de desarrollo. Se trata de un test psicométrico para medir las percepciones de clima de trabajo en equipo. El TSI fue desarrollado cambiando el contexto del TCI, es decir de preguntar sobre el clima real existente en el equipo de trabajo se pasa a preguntar cuál es el clima preferido o el clima (Burch & Anderson, 2004). Ambos cuestionarios, el TSI y el TCI, están compuestos por 42 ítems divididos en cuatro factores: Seguridad en la Participación, Apoyo para la Innovación, Visión de Equipo, y Orientación a la Tarea. Todos los factores se miden en una escala tipo Likert de cinco puntos. Las puntuaciones

<sup>25</sup> Se puede descargar <http://journals.plos.org/plosone/article/asset?unique&id=info:doi/10.1371/journal.pone.0148037.s001>

posibles para cada pregunta van de 1 a 5 puntos tanto para el TSI como para el TCI. Los coeficientes alfa de Cronbach obtenidos para los cuatro factores del TCI son: 0,89 en Seguridad en la Participación, 0,92 en Apoyo para la Innovación, 0,94 en Visión de Equipo y 0,92 en Orientación a la Tarea (Anderson & West, 1998).

En este trabajo por su naturaleza se seleccionó la versión en español del TCI, la cual fue utilizada en la tesis doctoral de Gómez Pérez (2010). La descripción del TCI se encuentra en el Apéndice D. Cuestionario de percepciones de clima de trabajo en equipo: Team Climate inventory (TCI)

#### 9.3.2.4 Variables e Instrumentos de Medición

Se ha previsto que, el personal de cada una de las dos microempresas cumplimenten los siguientes tres test psicométricos: Cuestionario de la Auditoria de la Comunicación (CAC), Cuestionario de Satisfacción de Minnesota (MSQ) y Cuestionario de percepciones de clima de trabajo en equipo: Team Climate inventory (TCI). Los detalles de cada uno de los cuestionarios están disponibles en los Anexos B, C y D respectivamente. El Affective Slider, fue implementado con las directrices de diseño e implementación del Anexo E, como una aplicación para dispositivos móviles creada bajo licencia Creative Commons. No obstante, solo se utilizó en la primera fase para determinar si la emoción que generaban los distintos elementos del marco era positiva. No se planteó su manejo dentro del equipo de desarrollo porque pese a sus características de facilidad de uso no dejaba de añadir una ligera carga a los participantes quienes podrían verlo como un elemento alejado de su trabajo que podría generar cierta apatía y dificultar frente a la adopción del marco.

La Tabla 9.4 resume las variables e instrumentos de medición utilizados en la implantación así como la fase en la que se realiza el registro de las mismas.

Variables Test	Comunicación	Satisfacción		Clima
	Cuestionario de la Auditoria de la comunicación (CAC)	Cuestionario de Satisfacción de Minnesota (MSQ)	Affective Slider (AS)	Inventario de Clima Laboral (TCI)
PRE	●	●	●	●
POST	●	●		●

**Tabla 9.4. Variables e instrumentos de medición de la implantación**

La cumplimentación de los tres cuestionarios tuvo lugar en dos momentos: al inicio y al final de la implantación del marco para determinar la situación real de la empresa a lo largo de este estudio. Con el fin de facilitar la recolección de las respuestas, se elaboró una versión en línea de cada uno de los formularios. El Affective Slider (AS) se aplicó durante los talleres de iniciación en la fase “pre” para determinar cómo cada persona se siente frente al marco utilizando los artefactos propuestos. La doctoranda apoyó el proceso de forma virtual, es decir se adoptó la asistencia por video llamada, chat, correo electrónico. Sin embargo, se capacitó a una persona dentro de la organización para que colabore activamente y de forma presencial proporcionando el apoyo de forma presencial (*insitu*). Una vez que se dispuso de toda la información, se llevó a cabo el análisis mediante un paquete de software estadístico.

### 9.3.3 Preparación para la selección de casos y obtención de datos

En lo que respecta a la selección del caso de estudio, el proceso se inició en Junio del 2016 a partir del listado de tres empresas que inicialmente participaron en las fases tempranas de esta investigación durante las entrevistas para estudiar el proceso real de desarrollo de software. Adicionalmente se invitó a dos microempresas por medio de los contactos personales de la investigadora. Las cinco microempresas mostraron un sincero interés en conocer la propuesta de investigación, no obstante solo tres de ellas se comprometieron a llevar el proyecto hasta la

etapa final, pero al proyectar un cronograma de trabajo una de ellas adquirió un compromiso que frenó el proceso de implantación. Por lo tanto, la selección de la muestra se realizó entre los dos casos disponibles. A pesar de que al inicio de la implantación del marco de trabajo, se generaron expectativas de una buena participación en ambas microempresas, solo en una de ellas se cumplieron las restricciones sobre el entorno de aplicación y el proceso de software definidas en la sección 8.4 sobre la delimitación de la solución.

En ambos casos se invitó a participar de forma voluntaria al personal de cada microempresa, y la respuesta inicial fue positiva. En el caso “1” se presentó todo el equipo de desarrollo de la microempresa, formado de 7 personas, que finalmente fue el objeto de este estudio. En el caso “2” se presentaron 4 personas que trabajaban para proyectos de 2 clientes diferentes y formaban 2 grupos de 2 personas cada uno. En este último caso, se observó que solo uno de los grupos realmente formaba un equipo porque trabajaban juntos en un mismo proyecto. El otro grupo trabajaba en distintos proyectos de forma externalizada en las instalaciones del cliente y cada uno era parte de un equipo de desarrollo que reunía personal del cliente. A pesar de las diferencias en las configuraciones de cada microempresa y considerando la buena predisposición de ambas microempresas se decidió iniciar el proceso de implantación en las dos organizaciones. Aunque en ambos casos se contó con el respaldo del gerente y propietarios, al iniciar el proceso de implantación, el equipo del caso “2” dejó de participar debido a que uno de sus miembros enfermó y se presentaron imprevistos en el trabajo que impidieron que este equipo continúe colaborando. No obstante, se continuó con el proceso de implantación con el otro grupo del caso “2” debido al compromiso adquirido por la investigadora y la buena predisposición de quienes aún deseaban continuar participando. Los resultados obtenidos en este caso “2” fueron positivos desde el punto de vista de la microempresa porque se reveló el origen del bajo nivel de satisfacción que presentaron los participantes y el gerente tomó acciones correctivas pero al no cumplir con la delimitación de la solución no se seleccionó como caso de estudio. No obstante, es deseo del gerente y el propietario de la microempresa que en un futuro próximo se retomen las acciones con el equipo que inicio la implantación y extenderlas progresivamente al resto de equipos que conforman la empresa. Aunque los resultados no son comparables con el caso “1” se tuvo la oportunidad de ganar experiencia en la implantación del marco y se generaron expectativas para continuar trabajando sobre esta iniciativa.

Esto evidencia la dificultad para obtener un caso de estudio, aunque exista interés y una buena predisposición de las organizaciones, porque como ya se ha mencionado la principal preocupación de este tipo de empresas es sobrevivir y en cuanto se presenta alguna dificultad enfocan todo su esfuerzo sobre ella. De ahí que en esta investigación se ha llevado a cabo un estudio cuidadoso del caso “1”, lo cual ha permitido a la investigadora alcanzar una profunda comprensión de la estructura del comportamiento social y realizar una investigación a nivel de unidades de análisis. Además debido a que el contexto y configuración han tomado relevancia en el área bajo investigación fundamentalmente porque no hay dos configuraciones idénticas (Jeners et al., 2013; Laporte & O’Connor, 2014), se ha considerado pertinente seleccionar al caso “1” para el estudio sistemático de caso único ( $n=1$ ). Si bien al seleccionar la muestra no se siguió los criterios de una muestra probabilística, en cambio si se hizo una selección siguiendo las características especificadas en la delimitación de la solución. Mediante el cumplimiento de los criterios, se eligió un caso específico que si bien no reúne las condiciones de representatividad respecto de una población con características similares, puede en cambio ofrecer la posibilidad de conocer a fondo su situación y es muy especial en el sentido de que permite ganar conocimientos sobre la validación del marco propuesto que otras organizaciones no están dispuestas a proporcionar en el periodo de tiempo de esta investigación.

Finalmente, aunque hay diferentes opiniones sobre si es mejor la selección de un caso único sobre múltiples casos, aparte de lo antes mencionado cabe notar que Dyer & Wilkins (1991)

explican que si un caso único no garantiza que se producirán valiosos conocimientos teóricos, hacer múltiples casos tampoco lo garantiza.

En lo referente a la preparación para la obtención de datos para el caso de estudio seleccionado, se distingue por un lado la creación de una base de datos y por otro los instrumentos agrupados en los siguientes tres grupos:

El primer grupo está destinado a facilitar la obtención de la evidencia necesaria, en el formato establecido para ello, en las distintas fuentes que se considere preciso utilizar, conforme las técnicas de investigación apropiadas. Entre estos instrumentos se encuentran entrevistas semiestructuradas, los registros de observación directa, artefactos propuestos en el marco, correos electrónicos, minutas y los instrumentos de medición definidos en la sección 9.3.2.

El segundo grupo está relacionado con la preparación para que el proceso de recolección de evidencia sea correcto y eficiente. En este grupo se incluyen instrumentos destinados a obtener acceso a la organización e informantes (responsables de la gestión de la microempresa y miembros del equipo de desarrollo), y a organizar las actividades vinculadas con este proceso de recolección.

En el tercer grupo está el protocolo y las listas de verificación definidos para el caso de estudio, los cuales atienden las recomendaciones de Runeson et al. (2012) y están destinados a facilitar que la recolección se cumpla con objetividad.

### **9.3.4 Ejecución del Caso de Estudio**

#### *9.3.4.1 Contexto*

La microempresa del caso de estudio es bien conocida en la industria de desarrollo de software de Ecuador, no solo porque cuenta con casi 20 años en el mercado sino porque además tiene una gama de productos de gestión administrativa utilizados por grandes empresas privadas de diversos sectores económicos del Ecuador algunas de ellas filiales internacionales. Su sede se encuentra en la ciudad de Quito (Ecuador), sus socios son familiares directos. Sus productos cubren la gestión comercial, florícola, televisiva, académica, producción y mantenimiento de maquinaria, Aunque casi la gran mayoría de sus clientes están situados en Quito, cuenta con clientes en otras ciudades del país. Proporciona servicios de asesoría y capacitación pero su actividad principal está enfocada en la implantación de los productos en los ámbitos antes indicados, que han desarrollado a lo largo de los años. La mayoría de estos productos funcionan en tecnología cliente-servidor principalmente Windows, pero también han desarrollado soluciones a medida con tecnología Web y este último año han incursionado en aplicaciones para tecnología móvil. En el año 2013, la empresa recibió el reconocimiento europeo de excelencia y calidad en la gestión empresarial EFQM, Nivel 200+ (European Foundation for Quality Management). No obstante, la empresa no solo ha disminuido su personal e ingresos sino también encuentra muy difícil la comercialización de sus productos por lo que sus principales ingresos provienen del servicio de soporte y mantenimiento. De hecho según sus registros, en los últimos tres años solo han llevado a cabo proyectos pequeños y casi su totalidad en clientes pre-existentes.

A pesar de esta situación, los ingresos generados no solo permiten la operación de la microempresa sino que proporcionan la oportunidad de participar en actividades como la planteada en la presente tesis doctoral. Actualmente, la microempresa está compuesta por tres áreas, (i) un área administrativa con dos personas, (ii) un área de soporte formada por una persona, quien se apoya en el área de desarrollo (iii) que está compuesta por un equipo de 7 personas, tres de ellas además ejercen las funciones de gerencia, ventas y líder de proyectos. Eventualmente, se contratan consultores externos si los proyectos así lo requieren.

El primer acercamiento a esta organización se produjo año 2014 durante las fases tempranas de esta investigación, cuando participaron en las entrevistas para estudiar el proceso real de desarrollo de software. A mediados del año 2016, una vez que el marco fue estructurado y la validación de expertos se llevó a cabo, la organización fue invitada a participar en la validación por lo que se estableció un acuerdo general para implementar el marco en un futuro próximo:

#### 9.3.4.2 Fase 1.1: Pre-ejecución

Una pre-evaluación se realizó en el mes de Agosto del 2016 mediante unas entrevistas semiestructuradas con parte del personal (4 empleados) para conocer el proceso de software, los medios y materiales utilizados en su trabajo diario, y en general su opinión sobre la comunicación y la satisfacción con el trabajo. Este contacto se estableció de forma presencial, con lo cual se aprovechó para realizar observaciones sobre las formas de trabajo durante 2 semanas y recolectar los artefactos con los que trabajan. Esto además sirvió para establecer una relación de confianza para la siguiente fase y recolectar información para contrastar los resultados. La evaluación real comenzó a finales del 2016, con la evaluación del estado actual de la comunicación y satisfacción laboral mediante los 3 cuestionarios (CAC, MSQ y TCI) señalados en la Tabla 9.4 (fase “pre”). Lo anterior permitió obtener una visión detallada de la situación antes de que el marco se introdujera en la organización. Una vez completada esta evaluación, la implementación efectiva del marco se llevó a cabo durante los primeros tres meses del año 2017.

En esta microempresa dentro del equipo de desarrollo se identificaron dos unidades de análisis, un equipo de dirección y otro de desarrollo, los cuales comparten el mismo espacio físico. Durante el periodo de implantación, todo el personal desempeño su trabajo diario incorporando los elementos del marco que se eligieron. A pesar de la buena disposición del personal de la microempresa y su colaboración, esta situación fue difícil debido a las restricciones de tiempo y personal que como ya se mencionó continuó con su trabajo diario durante todo el estudio. Esto significa, que tanto los proyectos como el soporte diario se llevaron a cabo considerando su planificación original.

El total de personas que participaron fue de 7, de los cuales 4 son hombres (57.14%) y 3 son mujeres (42.86%). El 28.57% (2 personas) tiene menos de 30 años y el 71.43% (7 personas) tiene entre 39 y 52 años de edad. La media muestral es de 40 años y su mediana es de 42 con una desviación típica de 9 años y un coeficiente de variación de 22.6185%. Sólo uno de los participantes que se desempeña como gerente ha trabajado en la empresa desde su creación, los otros 6 participantes han trabajado por un periodo de 4 a 6 años. Tres participantes, incluido el gerente, mantienen vínculos familiares y comparten además de actividades de desarrollo actividades y responsabilidades de la gestión y administración de la microempresa por lo que se autodenominó equipo de dirección y compone la unidad de análisis denominada grupo 1. La segunda unidad de análisis, grupo 2, está compuesta por 4 personas que realizan actividades exclusivamente relacionadas con el de desarrollo de software. Cabe mencionar que existe un tercer grupo de personas que no se han considerado en este estudio porque 2 de ellas colaboran con tareas exclusivamente administrativas, secretaria y mensajero, y la otra persona realiza las funciones de mesa de ayuda y soporte para los clientes de la microempresa.

#### 9.3.4.3 Fase 1.2: Ejecución

De manera similar a lo dispuesto en la sección anterior, la Fase 1.2 requirió que los participantes colaboraran en la implementación del marco propuesto. Durante este tiempo la investigadora apoyó el proceso de implantación y recogió la información para su posterior análisis. En esta fase también se llevó a cabo un taller con una serie de sesiones organizado como parte del elemento de iniciación y gestión de cambio del marco. La planificación de las sesiones fue realizada en coordinación con el equipo de dirección de la microempresa. En el plan se establecieron fechas y se designaron a las personas involucradas con los procesos que

incorporaban las técnicas seleccionadas. Las sesiones se realizaron según lo establecido, en un ambiente distendido que permitió una respuesta positiva del personal como ilustra la Figura 9.3.

Una de las tareas más importantes a realizar antes de la ejecución del marco fue la puesta en marcha del proceso de gestión de cambio, el cual permitió identificar las necesidades específicas de la organización. Previa a la gestión de cambio se realizó la iniciación en el marco, con el fin de que los participantes conocieran y comprendieran el marco. Para esto se requirió de su estrecha colaboración. Como ya se ha mencionado, la gestión de cambio tenía como objetivo censar el nivel de urgencia y las necesidades para así reflejar las expectativas y objetivos específicos en un plan de acción por lo cual se contó con la activa participación del equipo de dirección. Parte de la estrategia fue nombrar a una persona que trabaja en la microempresa como líder del proceso de gestión de cambio y otorgarle la suficiente autoridad para desempeñar este rol. Esto resultó muy importante porque además geográficamente la microempresa se encuentra en un sitio distinto al de ubicación de la doctoranda por lo que fue necesario el uso de medios de comunicación electrónicos y colaborativos tales como llamadas, chat, video conferencias y material digital que fue distribuido durante la fase de iniciación. A pesar del inconveniente que supone no contar con una interacción presencial, la planificación y el apoyo del líder de la gestión del cambio lograron cubrir las expectativas de los participantes tal como se puede notar en el comentario de uno de los participantes que indica “...*gracias por su trabajo [doctoranda y líder de gestión de cambio], el grado de interacción y el material son muy buenos*”. En ese mismo sentido, otro participante manifestó que “*deberían organizarse más actividades de este tipo*”



**Figura 9.3. Talleres de Fase de Iniciación**

Además, durante la preparación de los talleres se incorporó métodos activos de aprendizaje, los cuales no solo facilitaron la participación activa sino que generaron un buen ambiente para la discusión como lo manifestó otro de los participantes “... *hasta ahora no habíamos hablado de estas cosas [factores humanos] tan abiertamente ... y creo que es bueno para todos*”. En

algunos casos, se incluyeron elementos de juego que dieron origen a la creación de juegos de cartas y rompecabezas 3D para facilitar la comprensión del marco de trabajo como se evidencia en la Figura 9.4. Lo anterior se inspiró en un trabajo de investigación previo realizado por la doctoranda para crear una herramienta de aprendizaje que facilite la comprensión del proceso de gestión de proyectos del perfil básico de la norma ISO/IEC 29110 (Sánchez-Gordón, O'Connor, Colomo-Palacios, & Sánchez-Gordón, 2016).

Además, el material utilizado en los talleres de la fase de iniciación fue personalizado, lo cual aseguró que el marco refleje los objetivos y paradigmas de la organización, lo que a su vez llevó a un mayor nivel de compromiso. Esto se hizo en función de la pre-evaluación llevada a cabo en la fase anterior, el análisis de las respuestas obtenidas durante las entrevistas semiestructuradas y la observación realizada.



**Figura 9.4. Material creado para la comprensión de Samay**

Durante esta Fase 1.2, se aplicaron los siguientes elementos del marco:

- Iniciación, permitió desarrollar los conceptos de proceso de software, SPI, y el factor humano, estableciendo su relevancia y relaciones. Además, se dieron a conocer los estándares y modelos aplicados en SPI para PYMES. Esto creó la oportunidad de establecer un conocimiento compartido sobre estos temas y comenzaron a surgir las primeras ideas y expectativas. Finalmente, se presentó Samay y se trabajó con los diferentes elementos del marco tal como se diseñó.
- Gestión de Cambio, durante su ejecución se utilizó el modelo Defying Doom, como resultado se creó un plan de acción para un periodo de implantación de 3 meses enfocado en la Fase de Desarrollo que incluyó las siguientes técnicas: Mapa Personal, Cambiar Motivadores, Telaraña de la Confianza, Valores de Equipo, Puerta de la

Felicidad Exposición de Valores, Símbolos de Identidad, Feedback Wrap y Empezar-Mantener-Parar. Es importante mencionar, que el test de personalidad de 4 perspectivas que se aplicó dio origen a un cambio en la percepción del personal, que generó empatía y buena disposición ante la diversidad tal como uno de los participantes indicó “... después de más de 20 años de conocernos, yo no sabía que tú eras así, desde ahora intentaré tenerlo presente para cambiar mi forma de pedirte las cosas ...”

En resumen, las primeras conversaciones sobre una posible evaluación comenzaron a mediados del 2016. En Agosto de 2016 la organización informó un acuerdo general para implementar el marco y se realizó una pre-evaluación. Los talleres tuvieron lugar en el mes de Diciembre del 2016 y la Fase 1.2 comenzó en enero del 2017.

#### 9.3.4.4 Fase 1.3: Post-ejecución

Esta fase inició después de la implementación del marco con los objetivos identificados acorde a las necesidades y nivel de urgencia requeridos. La primera actividad de esta fase fue la evaluación del estado actual de la comunicación y satisfacción laboral mediante los 3 cuestionarios (CAC, MSQ y TCI) señalados en la Tabla 9.4 para la fase “post”.

Con respecto a las respuestas recogidas en ambas fases (“pre” y “post”) de los cuestionarios han sido aplicadas diversas pruebas estadísticas. Para conocer las puntuaciones medias y sus desviaciones típicas, se ha efectuado un análisis descriptivo de las variables. El estudio descriptivo de los datos permite, por un lado posible la detección de valores anómalos (omitidos o fuera de rango) para ser descartados del estudio.

Al interpretar los resultados, se debe tener conciencia del tamaño de la muestra detrás de ellos. El tamaño de la muestra es uno de los cuatro parámetros que definen la potencia de cualquier prueba estadística (Dyba, Kampenes, & Sjøberg, 2006). Este estudio está limitado por la disponibilidad de datos, de modo que un tamaño de muestra pequeño puede perjudicar el poder de las pruebas estadísticas. No obstante, en el área de la Ingeniería de Software, el bajo poder estadístico ha sido estudiado por (Dyba et al., 2006; Jørgensen, Dybå, Liestøl, & Sjøberg, 2016) y a menudo impide que los investigadores identifiquen un efecto existente. Los tamaños de muestra alrededor de 20 y menos son comunes en los experimentos de ingeniería de software como reveló la revisión realizada por Jørgensen et al. (2016). Una razón importante para este tamaño es que es muy difícil recolectar una gran cantidad de datos empíricos, fundamentalmente porque la recolección de datos suele ser más costosa que en otras áreas de conocimiento. Por ejemplo, según Sauro & Lewis (2016) las pruebas de usabilidad estándar usualmente se realizan con tamaños de muestras pequeñas de 5-10 porque (1) se ha establecido que tamaños de muestras más grandes no revelan más problemas, y (2) realizar estudios de laboratorio tradicionales con grandes poblaciones es largo y costoso. No obstante, Sauro & Lewis (2016) reconocen que tener un tamaño de muestra pequeño no es lo ideal, pero es importante darse cuenta que se puede hacer mucho con tamaños de muestra pequeños. De modo que cuanto menor sea el tamaño de la muestra, mayor debe ser el efecto observado antes de que se perciba como un efecto “real”, esto es, indicativo de que realmente existe un efecto. Además el estudio de Norman (2010) indica que las estadísticas paramétricas pueden utilizarse con datos de Likert, con tamaños de muestra pequeños, con varianzas desiguales, y con distribuciones no normales, sin temor a “llegar a una conclusión equivocada”. Estos hallazgos son consistentes con la literatura empírica que data de casi 80 años.

En esta investigación se hace la comprobación de la normalidad de los datos de la muestra aplicando la prueba no paramétrica Chi-Cuadrado y la prueba Shapiro-Wilk (Yazici & Yolacan, 2007). Este último aspecto suele considerarse importante para validar la aplicación de determinadas técnicas estadísticas que necesitan como punto de partida la normalidad de los

datos sobre los que se aplican. Cabe notar que la prueba Shapiro-Wilk fue originalmente restringida para un tamaño de la muestra pequeño (no superior a 50) y suele considerarse una prueba de normalidad muy poderosa (Razali & Wah, 2011).

Para averiguar la relación de varios grupos con una variable, ha sido aplicada la prueba Anova de un factor. Anova suele ser recomendado como el mejor método para comparar las medias de varias poblaciones si aproximadamente siguen una distribución normal y tienen varianzas similares (Sauro & Lewis, 2016). Si estos supuestos no se cumplen, se suele recomendar como alternativas la prueba de Brown-Forsythe, la prueba de Welch o la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis & Wallis (Lantz, 2013). Según Gibbons & Chakraborti (2011), las pruebas no paramétricas suelen ser casi tan potentes, sobre todo en muestras pequeñas, por lo que pueden considerarse más deseables en caso de duda sobre suposiciones. De hecho, Meyer & Seaman (2013) mostraron que es posible tener resultados estadísticamente significativos para muestras que contienen 3 o menos observaciones. Por otro lado, Lantz (2013) estudió grupos de muestras pequeñas (5 y 25) para explorar las diferencias de desempeño entre Anova y tres de las más comunes alternativas, la prueba de Brown-Forsythe, la prueba de Welch y la prueba de Kruskal-Wallis. Como resultado, ese estudio sugiere usar cualquiera de las tres primeras pruebas dependiendo del grado de heteroscedasticidad. Además, añade que aún si la muestra tiene un relativo buen ajuste de bondad, la Kruskal-Wallis debe ser usada si las poblaciones subyacentes pueden claramente provenir de distribuciones no normales o si sus verdaderas formas son desconocidas. Por lo tanto, al realizar el análisis de los resultados se contrastan ambas pruebas Anova y Kruskal-Wallis.

En relación a la obtención de los datos que sirvieron de base para la contrastación estadística de las hipótesis planteadas, se partió de la evaluación diagnóstica (fase “pre”) y la evaluación post-implementación (fase “post”) que como ya se ha mencionado se basó en la aplicación de tres cuestionarios orientados a establecer la satisfacción laboral, la comunicación y el clima del trabajo en equipo. El estudio se realizó tomando información de todos los involucrados en un punto determinado en el tiempo para entonces examinar las variaciones de la información. Es decir, se tiene una sola muestra pero se compara las medidas antes y después de la implantación del marco. En este estudio al igual que en las pruebas de usabilidad, el énfasis se centra en la detección de grandes efectos de baja variabilidad. Según el libro “Quantifying the User Experience” (Sauro & Lewis, 2016), se puede probar la existencia de grandes efectos de baja variabilidad con tamaños de muestra bastante pequeños. Los autores indican que las estadísticas involucradas en el cálculo de intervalos de confianza basados en t-student de muestras pequeñas compensan la varianza potencialmente menor en una muestra pequeña. Adicionalmente, De Winter (2013) demostró mediante simulaciones que no existe una objeción fundamental al uso de una prueba t con tamaños de muestra tan pequeños como 2. Asimismo, señaló que una prueba t de muestras relacionadas es factible con tamaños de muestra extremadamente pequeños, particularmente cuando el coeficiente de correlación dentro del par es alto. Por lo tanto, para establecer las diferencias entre las puntuaciones medias, ha sido aplicada la prueba t de Student de muestras relacionadas.

Considerando lo anterior, en el siguiente capítulo se presenta el análisis estadístico efectuado de esta manera para todas las variables incluidas en el estudio, los diez factores del cuestionario de la Auditoría de la comunicación (Perspectiva organizacional, Retroalimentación personal evaluativa, Integración organizacional, Comunicación con los supervisores, Clima comunicacional, Comunicación horizontal, Calidad de los medios, Comunicación de los niveles gerenciales, Comunicación entre departamentos o áreas, Comunicación con los subordinados), los tres factores del Cuestionario de Satisfacción de Minnesota (Intrínseca, Extrínseca y General), y los cuatro factores del Cuestionario de percepciones de clima de trabajo en equipo (Seguridad en la Participación, Apoyo a la Innovación, Visión de Equipo y Orientación a la Tarea).



## 10. Análisis de los resultados obtenidos de la validación empírica

La evaluación de esta tesis intenta demostrar que el marco propuesto mejorará factores humanos tales como la comunicación y satisfacción laboral apoyando a otros enfoques existentes dentro del ámbito de la industria e investigación del desarrollo de software en microempresas. El uso de casos de la vida real tal como la microempresa desarrolladora de software objeto de este estudio, por lo tanto constituye el entorno comparativo optado para la evaluación del marco propuesto.

A continuación se presentan la descripción y análisis de los datos correspondientes a los instrumentos utilizados durante la ejecución del caso de estudio.

### 10.1 Cuestionarios

#### 10.1.1 Cuestionario CAC relacionado con la comunicación (H<sub>1</sub>)

Las variables sobre las que se realiza el análisis descriptivo son los diez factores establecido en el cuestionario de la auditoría de la comunicación (CAC): Perspectiva organizacional (PO), Retroalimentación personal evaluativa (RP), Integración organizacional (IO), Comunicación con los supervisores (CJ), Clima comunicacional (CL), Comunicación horizontal (CH), Calidad de los medios (CM), Comunicación de los niveles gerenciales (CG), Comunicación entre departamentos o áreas (CD), Comunicación con los subordinados (CS). Se analiza cada uno de los factores antes mencionados, al inicio y después de realizar la implantación del marco propuesto en esta tesis doctoral.

Para medir cada factor se utilizan 5 preguntas, y los posibles valores de las respuestas van desde 1 hasta 5 puntos, se establecen cinco categorías para este factor (C1 – C5) como se presenta en la Tabla 10.1. Por lo tanto, la categoría C1 es hasta 5 puntos y corresponde a “Muy Insatisfecho”. La categoría C2 va desde 5.1 puntos hasta 10 puntos y significa “Insatisfecho”. La categoría C3 corresponde a valores entre 10.1 puntos y 15 puntos, significa “Poco Insatisfecho”. La categoría C4 va de 15.1 puntos a 20 puntos, indicando “Indiferente”. La categoría C5 oscila entre 20.1 puntos y 25 puntos, representando “Poco Satisfecho”. La categoría C6 va de 25.1 puntos a 30 puntos, corresponde a “Satisfecho”; y la categoría C7 está entre 30.1 puntos y 35 puntos, significa “Muy Satisfecho”

Categoría	Puntuación	Escala
C1	Hasta 5	Muy Insatisfecho
C2	5.1 a 10	Insatisfecho
C3	10.1 a 15	Poco Insatisfecho
C4	15.1 a 20	Indiferente
C5	20.1 a 25	Poco Satisfecho
C6	25.1 a 30	Satisfecho
C7	30.1 a 35	Muy Satisfecho

Tabla 10.1. Categorías para la auditoría de la Comunicación

En la Tabla 10.2 se presenta el resumen estadístico para cada una de las variables mencionadas. Incluye medidas de tendencia central, de variabilidad, y de forma. Se presentan los estadísticos correspondientes a las puntuaciones obtenidos para los factores del CAC acorde a las categorías establecidas en las dos fases de la implantación. La columna Categoría muestra la correspondencia con los valores de la Tabla 10.1. La columna “N” indica el número de participantes, la columna “M” representa la media y las columnas “Min” y “Max” son los valores mínimo y máximo, “Rango” es la diferencia entre los valores mínimo y máximo

respectivamente. Nótese que, la fase “pre” corresponde temporalmente al inicio de la evaluación y refleja el nivel de satisfacción que tienen los participantes antes de la implantación, mientras que la fase “post” corresponde con las percepciones que ellos mismos tienen sobre este factor de satisfacción vivido después de la implantación.

Factores	Fase	Cat.	N	M	Desviación Típica	Coefficiente de Variación	Min	Max	Rango
Perspectiva organizacional (PO)	Pre	C5	4	23.500	1.2910	5.4936%	22	25	3
		C6	3	28.000	2.0000	7.1429%	26.0	30.0	4
	Post	C4	1	20.000			20.0	20.0	0
		C5	3	23.333	2.0817	8.9217%	21	25	4
Retroalimentación personal evaluativa (RP)		C6	3	28.333	1.1550	4.0765%	27	29	2
	Pre	C5	5	23.400	1.1402	4.8726%	22	25	3
		C6	2	28.500	2.1213	7.4432%	27	30	3
Integración organizacional (IO)	Post	C6	7	27.571	1.6183	5.8696%	26	30	4
	Pre	C5	3	23.000	1.7321	7.5309%	21	24	3
		C6	4	26.500	1.0000	3.7736%	26	28	2
Comunicación con los jefes (CJ)	Post	C5	1	24			24	24	0
		C6	6	27.833	1.8348	7.6986%	26	30	4
	Pre	C4	1	20.0			20	20	0
		C5	1	25.0			25	25	0
		C6	4	28.0	1.1547	4.1239%	27	29	2
Clima comunicacional (CL)		C7	1	31.0			31	31	0
	Post	C5	1	25			25	25	0
		C6	5	29.000	1.2247	4.2231%	27	30	3
		C7	1	32			32	32	32
Comunicación horizontal (CH)	Pre	C5	3	23.667	0.5774	2.4397%	23	24	1
		C6	4	27.000	1.1547	4.2767%	26	28	2
	Post	C5	3	23.000	1.7321	7.5309%	22	25	3
		C6	4	28.250	1.7078	6.0453%	26	30	4
Comunicación de los niveles gerenciales (CG)	Pre	C5	2	23.500	0.7071	3.0089%	23	24	1
		C6	5	27.400	0.8944	3.2642%	27	29	2
	Post	C5	4	23.750	0.9574	4.0312%	23	25	2
		C6	3	27.667	1.5275	5.5210%	26	29	3
Calidad de los medios (CM)	Pre	C5	5	23.400	1.1402	4.8726%	22	25	3
		C6	2	27.000			27	27	0
	Post	C5	1	22.000			22	22	0
		C6	6	27.667	1.5055	5.44157%	26	30	4
Comunicación entre áreas (CD)	Pre	C5	2	23.000	1.4142	6.1487%	22	24	2
		C6	5	28.800	1.3038	4.5271%	27	30	3
	Post	C5	1	24.000			24	24	0
		C6	5	28.000	2.0000	7.1429%	26	30	4
		C7	1	32.000			32	32	0
Comunicación con los subordinados (CS)	Pre	C5	3	24.667	0.5774	2.3408%	24	25	1
		C6	3	29.000	1.7321	5.9728%	27	30	3
		C7	1	31.000			31	31	0
	Post	C5	1	25.000			25	25	0
Comunicación con los subordinados (CS)		C6	6	29.000	1.0955	3.7776%	27	30	3
	Pre	C4	1	20.000			20	20	0
		C5	2	24.000			24	24	0
		C6	1	29.000			29	29	0
	Post	C4	1	20.000			20	20	0
		C5	2	23.500	2.1213	9.0268%	22	25	3
	C6	1	28.000			28	28	0	

Tabla 10.2. Estadísticos del CAC fase por categoría

En la Tabla 10.3 se resumen los estadísticos de cada factor por fase, la columna “N” indica el número de sujetos, la columna “M” corresponde a la media, las columnas Min y Max son los valores mínimo y máximo, correspondientes a las puntuaciones obtenidas para los factores de Satisfacción en cada fase.

Factores	Fase	N	M	Desviación Típica	Coefficiente de Variación	Min	Max	Rango
Perspectiva organizacional (PO)	Pre	7	25.429	2.8200	11.0897%	22	30	8
	Post	7	25.000	3.6060	14.4240%	20	29	9
Retroalimentación personal evaluativa (RP)	Pre	7	24.857	2.7946	11.2427%	22	30	8
	Post	7	27.571	1.6180	5.8685%	26	30	4
Integración organizacional (IO)	Pre	7	25.000	2.2361	8.9444%	21	28	7
	Post	7	27.286	2.2147	8.1166%	24	30	6
Comunicación con los jefes (CJ)	Pre	7	26.857	3.5790	13.3261%	20	31	11
	Post	7	28.857	2.2678	7.8588%	25	32	7
Clima comunicacional (CL)	Pre	7	25.571	1.9881	7.7748%	23	28	5
	Post	7	26.000	3.2150	12.3654%	22	30	8
Comunicación horizontal (CH)	Pre	7	26.286	2.0587	7.8319%	23	29	6
	Post	7	25.429	2.3700	9.3201%	23	29	6
Calidad de los medios (CM)	Pre	7	24.429	1.9881	8.1383%	22	27	5
	Post	7	26.857	2.5448	9.4754%	22	30	8
Comunicación de los niveles gerenciales (CG)	Pre	7	27.143	3.0783	11.3410%	22	30	8
	Post	7	28.000	2.8280	10.1000%	24	32	8
Comunicación entre áreas (CD)	Pre	7	27.429	2.8785	10.4944%	24	31	7
	Post	7	28.429	1.8130	6.3773%	25	30	5
Comunicación con los subordinados (CS)	Pre	4	24.250	3.6856	15.1984%	20	29	9
	Post	4	23.750	3.5000	14.7368%	20	28	8

**Tabla 10.3. Resumen de estadísticos del CAC en cada fase**

La Figura 10.1a de cada factor de la auditoría de la comunicación representa esos mismos estadísticos en las fases “pre” y “post”. Además, muestra que casi en todos los factores los participantes se han mantenido o se han movido entre la categoría C5 (“Poco Satisfecho”), la categoría C6 (“Satisfecho”) en cada fase de la implantación. Solo tres factores (PO, CJ y CS) presentan valores en la categoría C4 (“Indiferente”). Con respecto al valor de la media, para 7 factores (RP, IO, CL, CH, CM, CG, CD) se ilustra un incremento entre las fase “pre” y “post” (tiempos de medición) mientras que para los otros 3 factores (PO, CH y CS) se muestra una disminución.

La Figura 10.1b ilustra como los participantes de los factores (PO, RP, IO, CL, CH, CM, CG, CD) estaban en las categorías C5 (“Poco satisfecho”) y C6 (“Satisfecho”) antes de empezar la implantación. Además un participante del factor CD estaba en la categoría C7 (“Muy satisfecho”) mientras otros dos participantes en el factor CJ estaban en las categorías C4 (“Indiferente”) y C7 (“Muy satisfecho”). Finalmente, solo otro participante en el factor CS se mantuvo en la categoría C4 (“Indiferente”) en ambas fases. Esto significa que casi todos los participantes indicaron algún nivel de satisfacción en la fase “pre”, excepto como ya se mencionó un participante en el factor CJ que indicó la categoría C4 (“Indiferente”). Una vez realizada la fase “post” (implantación), solo los porcentajes de las categorías en los factores CL y CS se mantuvieron sin cambios. Sin embargo, se debe indicar que en el resto de factores se produjeron cambios de nivel entre las categoría C5 (“Poco satisfecho”) a la categoría C6 (“Satisfecho”) y viceversa. Además un participante en el factor PO experimentó una baja a la categoría C4 (“Indiferente”), otros dos participantes en el factor CJ experimentaron una subida a las categorías C5 (“Poco satisfecho”) y C6 (“Satisfecho”), y un último participante en la categoría CD señaló una baja a la categoría C6 (“Satisfecho”). A pesar de lo anterior, en todos los factores excepto tres (PO, CH y CS) se presentó un incremento en la satisfacción global de la comunicación.

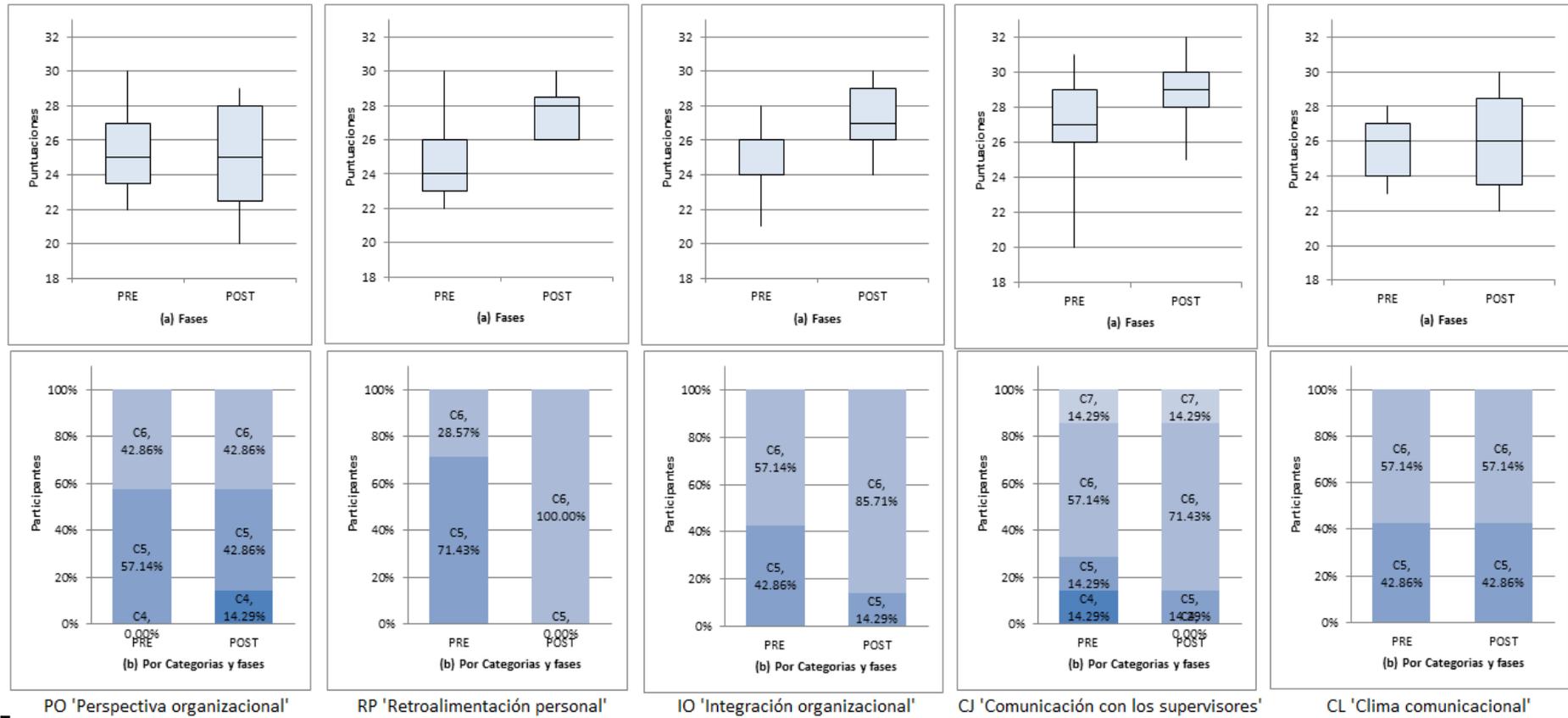


Figura 10.1. Clasificación de los participantes según factores de CAC

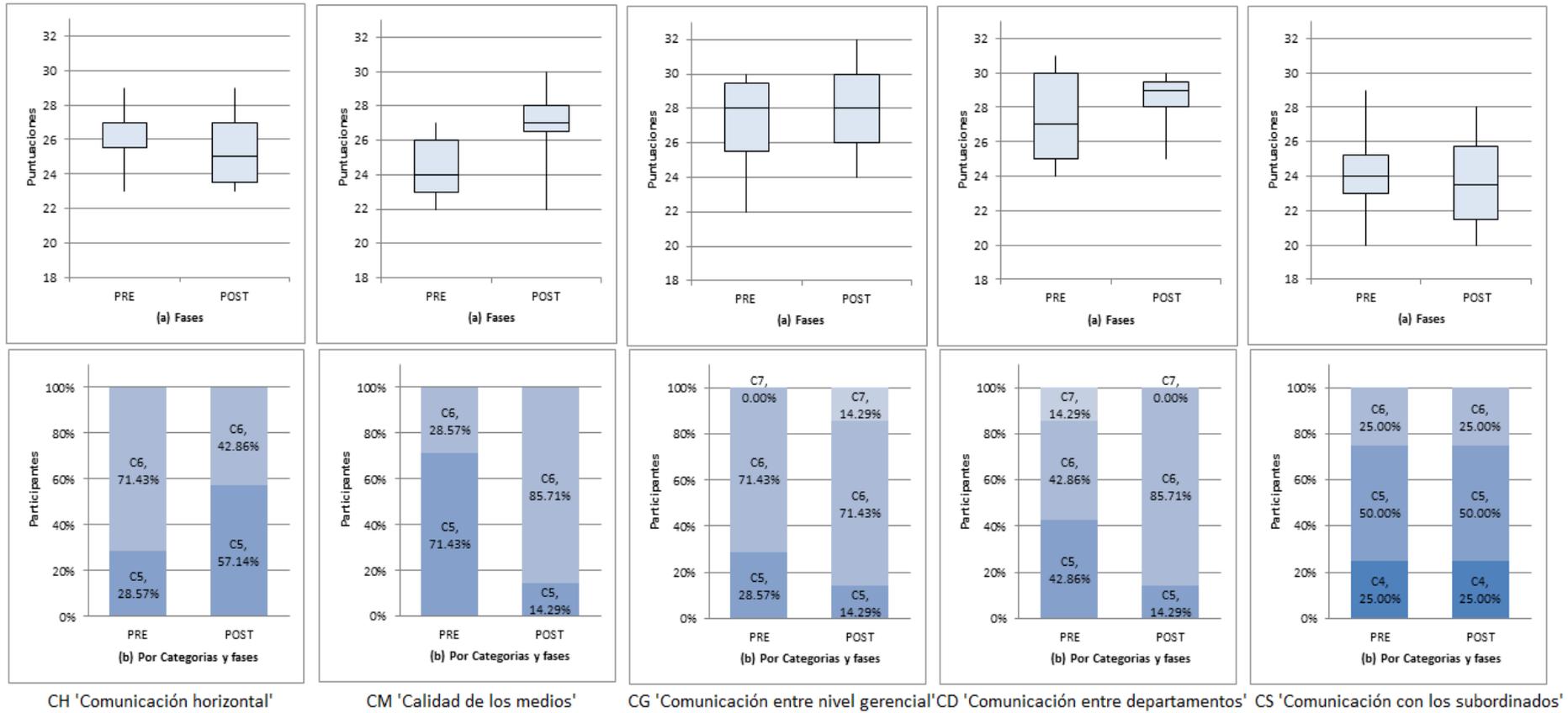


Figura 10.1. Clasificación de los participantes según factores de CAC (Continuación)

Por tanto, se puede extraer la conclusión de que antes de la implantación la mayoría de los participantes en los factores PO, RP, CM y CS indicaron estar poco satisfechos o indiferentes, mientras que en los factores IO, CJ, CL, CH, CG y CD parecen estar satisfechos o muy satisfechos. En la fase “post” en su mayoría los participantes en los factores bajo estudio reportaron un aumento en sus niveles de satisfacción en la comunicación puesto que la media de 7 factores (RP, IO, CJ, CL, CM, CG y CD) experimentó un incremento, en tanto que la media de los otros tres factores (PO, CH y CS) disminuyó ligeramente.

Aunque el comportamiento de las variables se puede estudiar gráficamente con histogramas, diagramas de cajas, etc., se realiza la comprobación de la normalidad de los datos a través del test de Shapiro-Wilks y el test Chi-cuadrado de bondad de ajuste. En la Tabla 10.4 se presentan los resúmenes estadísticos de los factores de CAC, que incluyen los resultados de las pruebas Shapiro-Wilks y Chi-Cuadrado y sus correspondientes p-valores. Todos los p-valores del test Chi-Cuadrado son superiores o iguales a 0.10, esto indica que no se puede rechazar la idea de que los datos proceden de una distribución normal con un nivel de confianza de al menos un 90%. Lo mismo ocurre con los p-valores correspondientes al test Shapiro-Wilks, salvo en el caso del factor Comunicación entre áreas (CD) de la fase “post” que tiene un p-valor superior o igual al 0.01, indicando que no se puede rechazar que los datos proceden de una distribución normal con, al menos, un 99% de confianza. Este mismo razonamiento se hace para el resto de las variables analizadas en el estudio.

CAC	Fase	Pruebas de Normalidad			
		Test Chi-cuadrado		Test Shapiro-Wilk	
		Estadístico	p-valor	Estadístico	p-valor
Perspectiva organizacional (PO)	Pre	0.000	1.000	0.964	0.853
	Post	0.714	0.982	0.917	0.444
Retroalimentación personal evaluativa (RP)	Pre	0.714	0.982	0.896	0.307
	Post	1.571	0.666	0.864	0.163
Integración organizacional (IO)	Pre	1.571	0.666	0.919	0.460
	Post	0.857	0.931	0.931	0.555
Comunicación con los jefes (CJ)	Pre	0.857	0.931	0.907	0.374
	Post	0.857	0.931	0.949	0.722
Clima comunicacional (CL)	Pre	0.429	0.934	0.896	0.308
	Post	0.714	0.982	0.914	0.427
Comunicación horizontal (CH)	Pre	3.857	0.277	0.849	0.122
	Post	0.714	0.982	0.909	0.389
Calidad de los medios (CM)	Pre	0.857	0.931	0.896	0.308
	Post	2.286	0.683	0.894	0.296
Comunicación de los niveles gerenciales (CG)	Pre	0.714	0.982	0.883	0.240
	Post	0.857	0.931	0.952	0.752
Comunicación entre áreas (CD)	Pre	0.857	0.931	0.872	0.192
	Post	1.571	0.666	0.822	0.067
Comunicación con los subordinados (CS)	Pre	0.500	0.779	0.939	0.647
	Post	0.000	1.000	0.979	0.894

**Tabla 10.4. Test de normalidad para los factores de CAC**

El segundo paso en el análisis es la comparación de resultados entre los equipos de dirección y desarrollo identificados en la Tabla 10.5 como Grupo 1 y 2 correspondientemente. Con el fin de saber si existen diferencias estadísticas entre los equipos, se ha aplicado la prueba de ANOVA. Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para cada uno de los 10 aspectos del CAC. Se construye la Tabla 10.6 para comparar los valores medios de cada factor de satisfacción para los 2 diferentes niveles de los grupos (dirección y desarrollo). La razón-F en la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias.

Factores	Fase	Grupo	N	M	Desviación Típica	Coefficiente de Variación	Min	Max	Rango
Perspectiva organizacional (PO)	Pre	1	3	27.000	3.6056	13.3539%	23	30	7
		2	4	24.250	1.7078	7.04258%	22	26	4
	Post	1	3	24.333	3.0550	12.5550%	21	27	6
		2	4	25.500	4.3589	17.0937%	20	29	9
Retroalimentación personal evaluativa (RP)	Pre	1	3	24.000	2.6457	11.0238%	22	27	5
		2	4	25.500	3.1091	12.1927%	23	30	7
	Post	1	3	27.670	1.5280	5.5222%	26	29	3
		2	4	27.500	1.9150	6.9636%	26	30	4
Integración organizacional (IO)	Pre	1	3	25.000	3.6056	14.4224%	21	28	7
		2	4	25.000	1.1547	4.6188%	24	26	2
	Post	1	3	26.667	2.0817	7.8063%	26	30	4
		2	4	27.000	2.5820	9.5630%	24	30	6
Comunicación con los jefes (CJ)	Pre	1	3	26.000	5.5678	21.4146%	20	31	11
		2	4	27.500	1.9149	6.9633%	25	29	4
	Post	1	3	28.667	3.5119	12.2507%	25	32	7
		2	4	29.000	1.4142	4.8766%	27	30	3
Clima comunicacional (CL)	Pre	1	3	25.333	1.1547	4.5581%	24	26	2
		2	4	25.750	2.6300	10.2136%	23	28	5
	Post	1	3	25.667	3.5119	13.6825%	22	29	7
		2	4	26.250	3.5000	13.3333%	22	30	8
Comunicación horizontal (CH)	Pre	1	3	26.000	1.7321	6.6619%	24	27	3
		2	4	26.500	2.5166	9.4966%	23	29	6
	Post	1	3	24.000	1.7321	7.2171%	23	26	3
		2	4	26.500	2.3805	8.9830%	24	29	5
Calidad de los medios (CM)	Pre	1	3	24.333	2.5166	10.3423%	22	27	5
		2	4	24.500	1.9149	7.8159%	23	27	4
	Post	1	3	24.667	1.1547	4.6812%	27	29	2
		2	4	26.250	3.3040	12.5867%	22	30	8
Comunicación de los niveles gerenciales (CG)	Pre	1	3	26.333	4.0415	15.3477%	22	30	8
		2	4	27.750	2.6300	9.4775%	24	30	6
	Post	1	3	27.333	4.1633	15.2318%	24	32	8
		2	4	28.500	1.9149	6.7189%	26	30	4
Comunicación entre áreas (CD)	Pre	1	3	27.333	2.5166	9.2072%	25	30	5
		2	4	27.500	3.5119	12.7705%	24	31	7
	Post	1	3	28.333	1.1547	4.0755%	27	29	2
		2	4	28.500	2.3805	8.3526%	25	30	5
Comunicación con los subordinados (CS)	Pre	1	3	24.333	4.5092	18.5312%	20	29	9
		2	1	24.000			24	24	0
	Post	1	3	23.333	4.1633	17.8429%	20	28	8
		2	1	25.000			25	25	0

Tabla 10.5. Estadísticos del CAC fase por grupo

La Tabla 10.6 descompone la varianza de ambos equipos (1 y 2) en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. Por ejemplo, la razón-F (estadístico), que en el caso de la Perspectiva organizacional (PO) para la fase “pre” es igual a 1.865, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el p-valor de la razón-F es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa, con un nivel del 95.0% de confianza.

CAC	FASE PRE		FASE POST	
	ANOVA		ANOVA	
	Estadístico	p-valor	Estadístico	p-valor
Perspectiva organizacional (PO)	1.865	0.230	0.154	0.711
Retroalimentación personal evaluativa (RP)	0.449	0.533	0.015	0.907
Integración organizacional (IO)	0.000	1.000	0.133	0.730
Comunicación con los jefes (CJ)	0.264	0.629	0.031	0.867
Clima comunicacional (CL)	0.064	0.811	0.047	0.836
Comunicación horizontal (CH)	0.086	0.781	2.329	0.187
Calidad de los medios (CM)	0.010	0.924	0.486	0.517
Comunicación de los niveles gerenciales (CG)	0.322	0.595	0.255	0.635
Comunicación entre áreas (CD)	0.005	0.947	0.012	0.917
Comunicación con los subordinados (CS)	0.004	0.955	0.120	0.762

Tabla 10.6. Análisis ANOVA de los factores de CAC

En la Tabla 10.7 se presentan los resultados de la prueba Kruskal-Wallis, puesto que el p-valor es mayor que 0.05 tales resultados son consistentes con los de la prueba ANOVA (véase Tabla 10.6). Como se puede ver no hay una diferencia entre grupos que tienda a ser significativa.

CAC	FASE PRE		FASE POST	
	Kruskal-Wallis		Kruskal-Wallis	
	Estadístico	p-valor	Estadístico	p-valor
Perspectiva organizacional (PO)	1.125	0.289	0.127	0.721
Retroalimentación personal evaluativa (RP)	0.795	0.372	0.034	0.853
Integración organizacional (IO)	0.137	0.711	0.130	0.719
Comunicación con los jefes (CJ)	0.032	0.857	0.032	0.857
Clima comunicacional (CL)	0.033	0.856	0.032	0.858
Comunicación horizontal (CH)	0.152	0.696	2.036	0.154
Calidad de los medios (CM)	0.032	0.857	0.538	0.463
Comunicación de los niveles gerenciales (CG)	0.286	0.593	0.292	0.589
Comunicación entre áreas (CD)	0.000	1.000	0.549	0.459
Comunicación con los subordinados (CS)	0.000	1.000	0.200	0.655

**Tabla 10.7. Análisis Kruskal-Wallis de los factores de CAC**

### 10.1.2 Affective Slider (H<sub>2</sub>)

Las variables sobre las que se realiza el análisis descriptivo son las establecidas en el Affective Slider (AS): valencia (agradable-desagradable) y activación (relajado-activado). La aplicación AS fue descargada en los dispositivos móviles de los participantes. Se utilizó para obtener una auto-evaluación de la emoción, en torno al placer y la excitación, que se generó en la unidad de análisis (equipo de dirección) en la cual se enfocó principalmente la implantación del marco.

Las muestras se tomaron antes (“pre”) y después (“post”) de cada sesión de la fase de implementación del elemento de iniciación del marco. Para medir cada factor se utiliza una escala normalizada continua que varía de 1 a 100, con fines de análisis se ha categorizado los posibles valores de las respuestas desde 1 hasta 20 puntos, por lo que se establecen cinco categorías para este factor (C1 – C5) como se presenta en la Tabla 10.8. Por lo tanto, la categoría C1 es hasta 20 puntos y corresponde a “Nada”. La categoría C2 va desde 20.1 puntos hasta 40 puntos y significa “Poco”. La categoría C3 corresponde a valores entre 40.1 puntos y 60 puntos, significa “Algo”. La categoría C4 va de 60.1 puntos a 80 puntos, indicando “Bastante” y la categoría C5 oscila entre 80.1 puntos y 100 puntos, significa “Mucho”.

Categoría	Puntuación	Escala de intensidad de la Emoción
<b>C1</b>	Hasta 20	Nada
<b>C2</b>	20.1 a 40	Muy Poco
<b>C3</b>	40.1 a 60	Algo
<b>C4</b>	60.1 a 80	Bastante
<b>C5</b>	80.1 a 100	Mucho

**Tabla 10.8. Categorías para Affective Slider**

En la Tabla 10.9 se presenta el resumen estadístico para cada una de las variables mencionadas. Incluye medidas de tendencia central, de variabilidad, y de forma. Se presentan los estadísticos correspondientes a las puntuaciones obtenidos para los factores del AS acorde a las categorías establecidas.

La columna Categoría muestra la correspondencia con los valores de la Tabla 10.8. La columna “N” indica el número de participantes, la columna “M” representa la media y las columnas “Min” y “Max” son los valores mínimo y máximo, “Rango” es la diferencia entre los valores mínimo y máximo respectivamente. Nótese que, la fase “pre” refleja el nivel de emoción que tenía cada participante antes de cada sesión, mientras que la fase “post” corresponde a la emoción que ellos mismos experimentaron al finalizar la sesión.

Satisfacción	Fase	Categoría	N	M	Desviación Típica	Coefficiente de Variación	Min	Max	Rango
Activación	Pre	C1	5	7.600	2.1213	27.9118%	1	14	13
		C2	8	29.500	4.5040	15.2678%	24	35	11
		C3	11	47.818	3.4298	7.1726%	25	51	9
		C4	15	70.267	6.0882	8.6644%	63	80	17
		C5	10	90.700	4.9227	5.4275%	82	100	18
	Post	C1	3	12.333	7.0238	56.9513%	5	19	14
		C2	10	30.400	3.2042	10.5401%	24	35	11
		C3	6	51.667	4.0825	7.9016%	50	60	10
		C4	14	73.357	4.9397	6.7338%	62	80	18
		C5	16	92.813	7.2131	7.7716%	81	100	19
Valencia	Pre	C1	4	11.000	6.0553	55.0482%	5	19	14
		C2	17	29.471	5.0636	17.1816%	22	37	15
		C3	4	49.250	1.5000	3.0457%	47	50	3
		C4	11	72.182	5.5465	7.6840%	62	80	18
		C5	13	89.923	5.6341	6.2655%	81	98	17
	Post	C1	5	9.400	7.3689	78.3926%	1	18	17
		C2	9	30.556	4.9272	16.1251%	24	40	16
		C3	8	50.375	3.0208	5.9966%	46	57	11
		C4	12	70.500	5.0722	7.1946%	64	80	16
		C5	15	93.733	6.0529	6.4576%	82	100	18

**Tabla 10.9. Estadísticos correspondientes al Affective Slider en cada fase y categoría**

La Tabla 10.10 resume los estadísticos antes mencionados por fase sin tomar en cuenta las categorías. En cuanto a la primera variable, la “Activación” en la fase “pre” se percibe con “Algo” (56.347) de intensidad y la dispersión es elevada (26.72 y 47.42%). Asimismo, en la fase “post” esta variable indica una media (64.551) percibida como “Bastante” pero su dispersión (42.47% y 27.4151) es ligeramente más baja que en la fase anterior. La “Valencia” durante la fase “pre” está “Algo” presente (55.20), y su coeficiente de variación es el más alto (51.81% y 28.6036) entre las variables estudiadas, mostrando además una notable dispersión. En la fase “post” la “Valencia” se eleva a la categoría “Bastante” (60.755), y aunque su desviación típica (29.2194) se eleva ligeramente, su dispersión (48.09%) disminuye en comparación con la fase previa. Esto significa que después de cada sesión de trabajo, tanto la valencia como la activación de los participantes se vieron positivamente afectadas, de forma que su nivel de dispersión disminuyó en comparación con la situación de inicio.

Satisfacción	Fase	N	M	Desviación Típica	Coefficiente de Variación	Min	Max	Rango
Activación	Pre	49	56.347	26.7243	47.4281%	1	100	99
	Post	49	64.551	27.4151	42.4704%	5	100	95
Valencia	Pre	49	55.204	28.6036	51.8144%	5	98	93
	Post	49	60.755	29.2194	48.0938%	1	100	99

**Tabla 10.10. Estadísticos correspondientes a la Satisfacción Laboral en cada fase**

La Figura 10.2a representa esos mismos estadísticos en las fases “pre” y “post” para la variable “Activación”. Además, muestra que las puntuaciones más bajas se elevaron al igual que la media en la fase “post”. La Figura 10.2b ilustra como al inicio el 51% de los participantes en la fase “pre” indica “bastante” y “mucho” activación en tanto que en la fase “post” el 61.22% de los participantes lo manifiesta. A pesar de que se notan puntajes en todas las categorías, cabe mencionar que 57.14% (28) del total de registros (49) al comparar la fases indica un puntaje más elevado. Aunque, no siempre ocurre un cambio de nivel en ciertas ocasiones se produce un incremento de más de un nivel.

En cuanto a la segunda variable “Valencia”, la Figura 10.3a representa esos mismos estadísticos en las fases “pre” y “post”. Esta figura muestra que algunas puntuaciones se han elevado dando como resultado que la media aumente a 60.755 en la fase “post”. Asimismo, la Figura 10.3b muestra como los participantes presentaban en su mayoría (55.10%) “bastante” y

“muchas” valencias (satisfacción) en la fase “post”, aunque en la fase “pre” el 48.98% estaba en esas categorías.

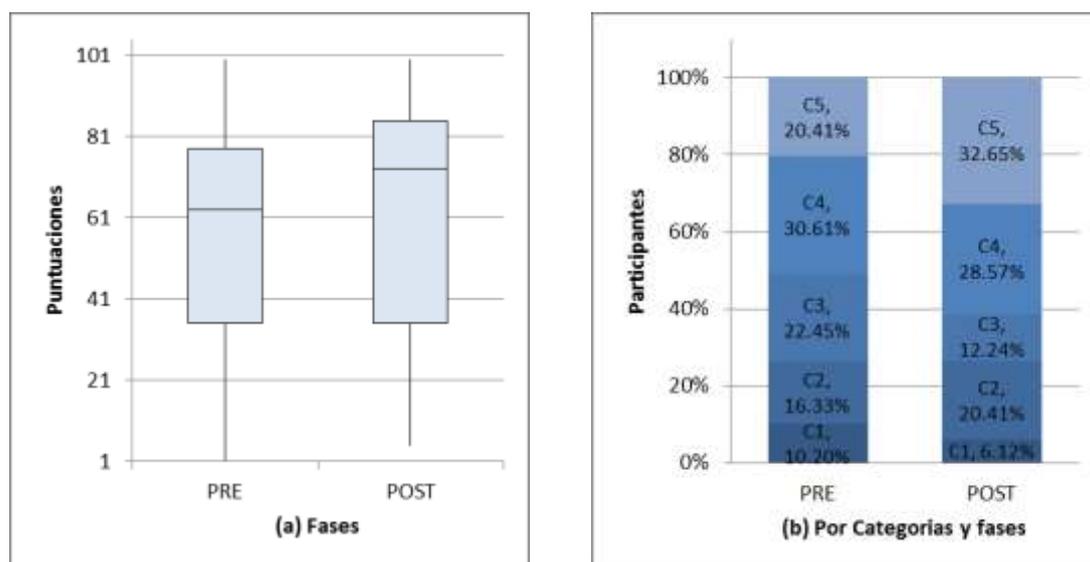


Figura 10.2. Clasificación de los participantes según el factor de “Activación”

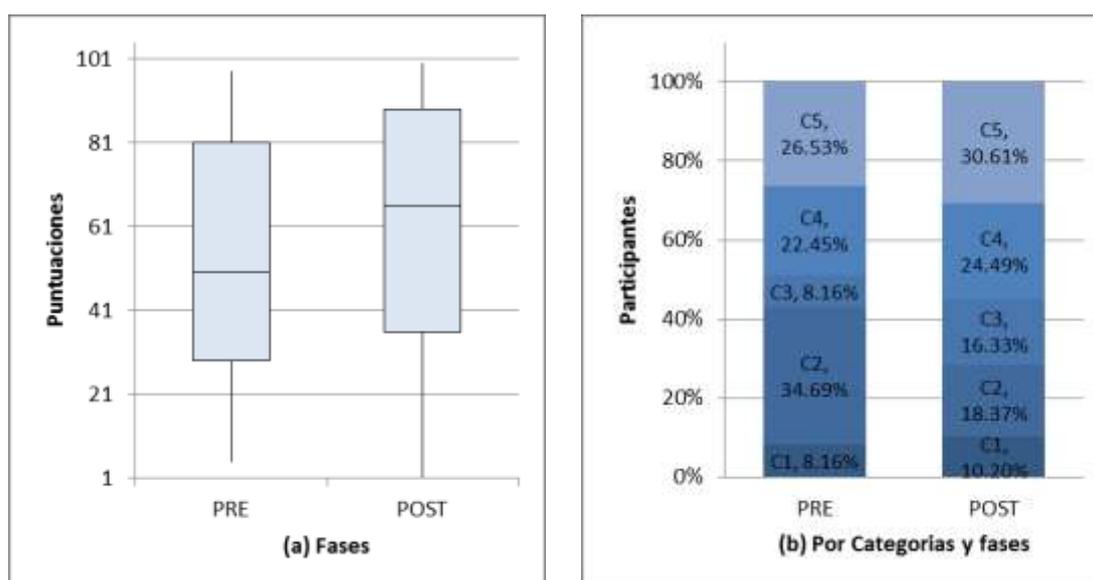


Figura 10.3. Clasificación de los participantes según el factor “Valencia”

En principio se puede extraer la conclusión de que existe un incremento positivo en la activación y valencia de los participantes, sin embargo este hecho no sucede en todos los casos. Durante la observación y seguimiento de la implantación se pudo detectar que en particular uno de los participantes que presentó niveles notablemente inferiores en la mayoría de sus puntuaciones atravesaba una crisis de depresión por la cual estaba recibiendo tratamiento psicológico. Este participante aportó 16 de las 49 puntuaciones reportadas. Por otro lado se nota que el valor de dispersión para la categoría C1 es considerable, sobretodo para la “Valencia”, pero se explica porque algunas sesiones iniciaron muy temprano y los participantes se sentían adormilados e incluso desanimados desde el inicio. Finalmente cabe mencionar que es probable que, aun teniendo altas puntuaciones al interactuar con los artefactos del marco, la emoción en torno al placer y la excitación puede afectarse positivamente.

En la Tabla 10.11 se presentan los resúmenes estadísticos de los factores del AS que incluyen los resultados de las pruebas Shapiro-Wilks y Chi-Cuadrado y sus correspondientes p-valores. Todos los p-valores del test Chi-Cuadrado son superiores o iguales a 0.10, esto indica que no se puede rechazar la idea de que los datos proceden de una distribución normal con un nivel de confianza de al menos un 90%. Lo mismo ocurre con el p-valor del test Shapiro-Wilks del factor “Activación” de la fase “pre”, pero para los otros resultados se tiene un p-valor menor que 0.05 que indica que se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto se considera que hay evidencia para concluir que la muestra no proviene de una distribución normal. Al considerar lo anterior y que el contraste de Shapiro Wilks es el más adecuado cuando el tamaño de la muestra es pequeño (no superior a 50), se puede decir que los resultados no son concluyentes, se espera que si se tratase de una muestra mayor se obtendrían p-valores más significativos.

Los datos siguen una distribución que se aparta de la normalidad, porque no se agrupan de forma simétrica alrededor de una media. Esto indica, que las mediciones de la activación y valencia al distribirse bajo el criterio temporal que es relevante para esta investigación, antes (“pre”) y después (“post”), al ser agrupadas de esta forma, no presentan un mayor número de observaciones para un cierto valor. No obstante, el valor de la media de la emoción que se genera después del estímulo de interacción con el marco es más alto, en particular en el caso de la activación, y el valor de la dispersión es ligeramente menor especialmente para la activación.

Satisfacción	Fase	Pruebas de Normalidad			
		Test Chi-cuadrado		Test Shapiro-Wilk	
		Estadístico	p-valor	Estadístico	p-valor
Activación	Pre	21.082	0.946	0.962	0.110
	Post	22.184	0.877	0.922	0.003
Valencia	Pre	7.612	1.000	0.916	0.002
	Post	27.102	0.713	0.941	0.016

Tabla 10.11. Test de normalidad para los factores de AS de los participantes

Considerando lo anterior, se ha llevado a cabo la prueba Kruskal-Wallis y sus resultados se muestran en la Tabla 10.12 que contiene el estadístico y su nivel crítico (p-valor). Puesto que el p-valor es menor que 0.05 se puede rechazar la hipótesis de igualdad de promedios y concluir que cada individuo (3) que participa en esta evaluación tienden a diferir en cuanto a niveles de activación y valencia.

Satisfacción	Fase	Test	
		Kruskal-Wallis	
		Estadístico	p-valor
Activación	Pre	12.834	0.002
	Post	25.624	0.000
Valencia	Pre	10.091	0.006
	Post	25.265	0.000

Tabla 10.12. Análisis Kruskal-Wallis para los factores de AS de los participantes

### 10.1.3 Cuestionario MSQ relacionado con la satisfacción (H<sub>2</sub>)

El análisis descriptivo sobre la satisfacción en el trabajo se mide a través del Cuestionario de Satisfacción de Minnesota (MSQ). Las variables sobre las que se realiza el análisis descriptivo son los factores de satisfacción: intrínseca, extrínseca y general. Nótese que, por un lado, la Satisfacción Intrínseca en la fase “pre” corresponde a la situación antes de la implementación del marco. Por otro lado, la Satisfacción Intrínseca en la fase “post” se corresponden con las percepciones que ellos mismos tienen sobre este factor de satisfacción en el trabajo vivido después de la implantación del marco. Esto es aplicable a todos los factores de Satisfacción.

El primer factor es la satisfacción intrínseca. Considerando que existen 12 preguntas para medir este factor, y los posibles valores de las respuestas van desde 1 hasta 5 puntos, se establecen cinco categorías para este factor (C1 – C5) como se presenta en la Tabla 10.13. Por lo tanto, la categoría C1 es hasta 12 puntos y corresponde a “Muy insatisfecho/a”. La categoría C2 va desde 12.1 puntos hasta 24 puntos y significa “Insatisfecho/a”. La categoría C3 corresponde a valores entre 24.1 puntos y 36 puntos, significa “Ni satisfecho/a ni insatisfecho/a”. La categoría C4 va de 36.1 puntos a 48 puntos, indicando “Satisfecho/a”; y la categoría C5 oscila entre 48.1 puntos y 60 puntos, representando “Muy Satisfecho/a”.

El segundo factor es la satisfacción extrínseca. Considerando que existen 12 preguntas para medir este factor, y los posibles valores de las respuestas van desde 1 hasta 5 puntos, se establecen cinco categorías para este factor (C1 – C5) como se presenta en la Tabla 10.13. Por lo tanto, la categoría C1 es hasta 6 puntos y corresponde a “Muy insatisfecho/a”. La categoría C2 va desde 6.1 puntos hasta 12 puntos y significa “Insatisfecho/a”. La categoría C3 corresponde a valores entre 12.1 puntos y 18 puntos, significa “Ni satisfecho/a ni insatisfecho/a”. La categoría C4 va de 18.1 puntos a 24 puntos, indicando “Satisfecho/a”; y la categoría C5 oscila entre 24.1 puntos y 30 puntos, representando “Muy Satisfecho/a”.

El tercer factor es la satisfacción general. Considerando que existen 2 preguntas para medir este factor, y los posibles valores de las respuestas van desde 1 hasta 5 puntos, se establecen cinco categorías para este factor (C1 – C5) como se presenta en la Tabla 10.13. Por lo tanto, la categoría C1 es hasta 2 puntos y corresponde a “Muy insatisfecho/a”. La categoría C2 va desde 2.1 puntos hasta 4 puntos y significa “Insatisfecho/a”. La categoría C3 corresponde a valores entre 4.1 puntos y 6 puntos, significa “Ni satisfecho/a ni insatisfecho/a”. La categoría C4 va de 6.1 puntos a 8 puntos, indicando “Satisfecho/a”; y la categoría C5 oscila entre 8.1 puntos y 10 puntos, representando “Muy Satisfecho/a”.

Categoría	Intrínseca	Extrínseca	General	Escala
<b>C1</b>	Hasta 12	Hasta 6	Hasta 2	Muy insatisfecho/a
<b>C2</b>	12.1 a 24	6.1 a 12	2.1 a 4	Insatisfecho/a
<b>C3</b>	24.1 a 36	12.1 a 18	4.1 a 6	Ni satisfecho/a ni insatisfecho/a
<b>C4</b>	36.1 a 48	18.1 a 24	6.1 a 8	Satisfecho/a
<b>C5</b>	48.1 a 60	24.1 a 30	8.1 a 10	Muy Satisfecho/a

**Tabla 10.13. Categorías para el Cuestionario de Satisfacción (MSQ)**

En la Tabla 10.14 se presenta el resumen estadístico para cada una de las variables seleccionadas. Incluye medidas de tendencia central, de variabilidad, y de forma. Se presentan los estadísticos correspondientes a las puntuaciones obtenidos para los factores de Satisfacción Laboral acorde a las categorías establecidas en ambas fases de la implantación.

Satisfacción	Fase	Categoría	N	M	Desviación Típica	Coefficiente de Variación	Min	Max	Rango
<b>Intrínseca</b>	Pre	C4	5	45.000	2.1213	4.7140%	42	47	5
		C5	2	55.500	0.7071	1.2741%	55	56	1
	Post	C4	4	46.750	1.2583	2.6916%	45	48	3
		C5	3	53.667	3.2146	5.9899%	50	56	6
<b>Extrínseca</b>	Pre	C3	1	17.000			17	17	0
		C4	5	21.600	1.9494	9.0250%	19	24	5
		C5	1	26.000			26	26	0
	Post	C3	1	18.000			18	18	0
		C4	4	22.750	0.9574	4.2084%	22	24	2
		C5	2	25.000			25	25	0
<b>General</b>	Pre	C4	5	7.800	0.4472	5.7333%	7	8	1
		C5	2	9.500	0.7071	7.4432%	9	10	1
	Post	C4	4	8.000			8	8	0
		C5	3	9.000	1.0000	11.1111%	8	10	2

**Tabla 10.14. Estadísticos correspondientes a la Satisfacción Laboral en cada fase y categoría**

La columna Categoría muestra la correspondencia con los valores de la Tabla 10.13. La columna “N” indica el número de participantes, la columna “M” representa la media y las columnas “Min” y “Max” son los valores mínimo y máximo, “Rango” es la diferencia entre los valores mínimo y máximo respectivamente. Estos mismos estadísticos se obtienen para cada uno de los otros factores de satisfacción laboral. Nótese que, la fase “pre” corresponde al inicio y refleja el nivel de satisfacción que tienen los participantes antes de la implantación, mientras que la fase “post” corresponde con las percepciones que ellos mismos tienen sobre este factor de satisfacción vivido después de la implantación.

La Tabla 10.15 resume los estadísticos antes mencionados por fase sin tomar en cuenta las categorías. En cuanto a la primera variable, la satisfacción intrínseca en la fase “pre” es “Muy Satisfecho/a” (48.00) y la dispersión es moderada entre las variables de acuerdo con la desviación típica (5.4160) y coeficiente de variación (11.28%). Asimismo en la fase “post” esta variable es “Muy Satisfecho/a” (49.714) y la dispersión es más baja que en la fase anterior de acuerdo con la desviación típica (4.2314) y (8.51%). Vale la pena observar que la satisfacción extrínseca durante la fase “pre” es “Satisfecho/a” (21.571), pero también es importante tener en cuenta que la desviación típica es la más alta entre las variables (14.13% y 3.0472), mostrando una notable dispersión. En la fase “post” se mantiene la categoría “Satisfecho/a” (22.714), pero es importante tener en cuenta que la desviación típica es más baja que en la fase anterior (10.70% y 2.43), mostrando que los datos están más cerca del promedio. La tercera variable es la satisfacción general, este aspecto en la fase “pre” es “Muy Satisfecho/a” de acuerdo con su media (8.286) y también presenta una dispersión relativamente alta (11.48% y 0.9512). En relación a la fase “post” se mantiene la categoría “Muy Satisfecho/a” con una media (8.429) ligeramente más elevada que en la fase “pre” que además muestra la dispersión moderada en comparación con las otras variables (0.7868 y 9.33%). Esta circunstancia se relaciona quizás con el hecho de que el marco de trabajo se enfoca principalmente sobre la motivación intrínseca, por lo tanto aunque la satisfacción de todos los factores presenta un cambio positivo, la dispersión más baja se presenta en la satisfacción intrínseca.

Satisfacción	Fase	N	M	Desviación Típica	Coficiente de Variación	Min	Max	Rango
Intrínseca	Pre	7	48.000	5.4160	11.2833%	42	56	14
	Post	7	49.714	4.2314	8.5115%	45	56	11
Extrínseca	Pre	7	21.571	3.0472	14.1264%	17	26	9
	Post	7	22.714	2.4300	10.6982%	18	25	7
General	Pre	7	8.286	0.9512	11.4796%	7	10	3
	Post	7	8.429	0.7868	9.3344%	8	10	2

**Tabla 10.15. Estadísticos correspondientes a la Satisfacción Laboral en cada fase**

La Figura 10.4a representa esos mismos estadísticos en las fases “pre” y “post” para la variable “Satisfacción Intrínseca”. Además, muestra que todos los participantes se han mantenido o se han movido entre la categoría C4 (“Satisfecho/a”) y C5 (“Muy Satisfecho/a”) en cada fase. Cabe notar que, el valor de la media para el factor “Satisfacción” (49.714) presenta un incremento entre las fase “pre” y “post” (tiempos de medición).

La Figura 10.4b ilustra como la mayoría de los participantes (71.43%) estaban en la categoría C4 (“Satisfecho/a”) antes de empezar la implantación. Esto significa que ellos perciben que su grado de satisfacción intrínseca es moderado. Una vez realizada la implantación (fase “post”), este porcentaje disminuye hasta el 57,14% (4). Sin embargo, se puede destacar que sólo se produjo un cambio de nivel de categoría, es decir, un participante pasó de la categoría C4 (“Satisfecho/a”) a la categoría C5 (“Muy satisfecho/a”). En otras palabras, en el 57.14% (4) de los participantes se produjo un incremento positivo de la satisfacción intrínseca, mientras que el otro 42.86% (2) no experimentó ningún cambio. Cabe notar que los participantes que mantuvieron una interacción más activa durante la implantación del marco de trabajo también experimentaron niveles más altos de satisfacción.

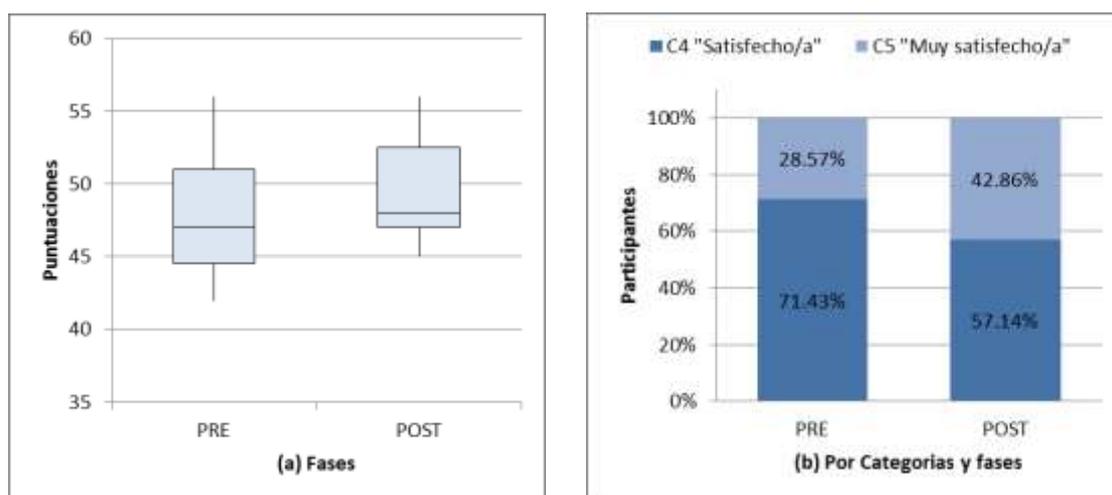


Figura 10.4. Clasificación de los participantes según el factor de “Satisfacción Intrínseca”

En cuanto a la segunda variable “Satisfacción Extrínseca”, la Figura 10.5a representa esos mismos estadísticos en las fases “pre” y “post”. Además, muestra que los participantes se han mantenido o se han movido entre las categorías C3 (“Ni satisfecho/a ni insatisfecho/a”), C4 (“Satisfecho/a”) y la categoría C5 (“Muy satisfecho/a”) en cada fase de la implantación. No obstante, el valor de la media para el factor “Satisfacción Extrínseca” presenta un incremento entre las fase “pre” y “post” (tiempos de medición).

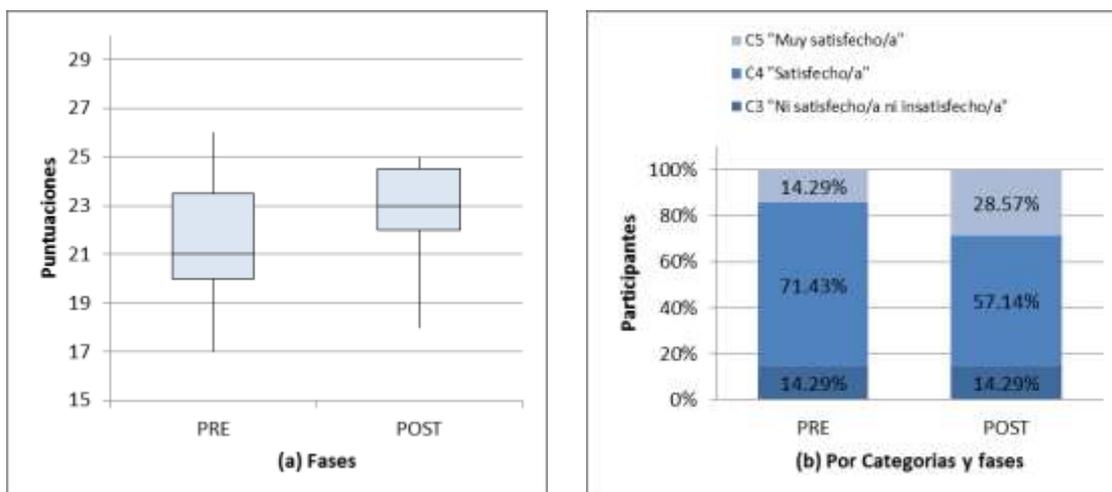
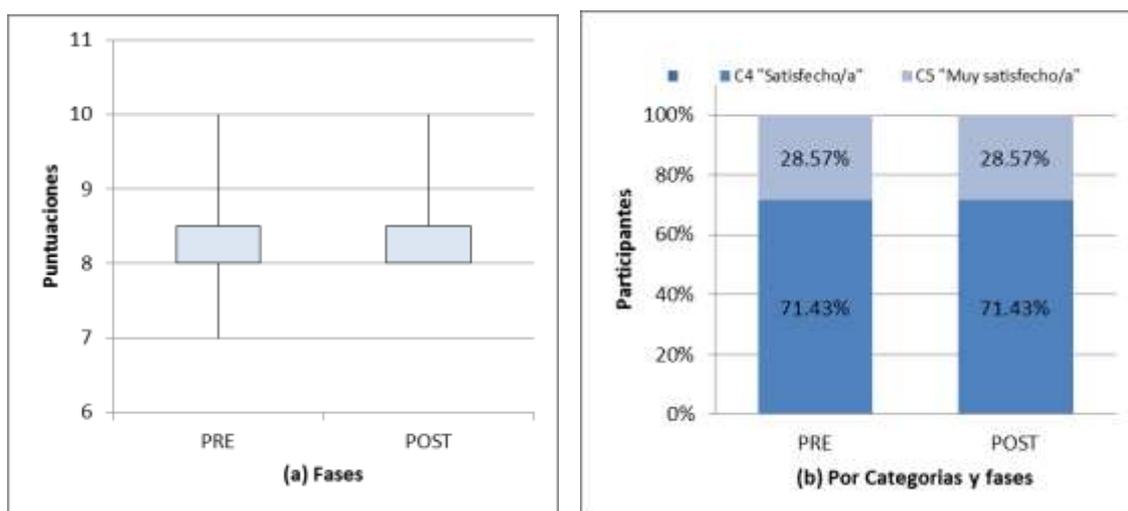


Figura 10.5. Clasificación de los participantes según el factor “Satisfacción Extrínseca”

La Figura 10.5b muestra como los participantes estaban en su mayoría (5) en la categoría C4 (71.43%) antes de empezar la implantación. Esto significa que solo un participante (14.29%) es indiferente ante el factor de “Satisfacción Extrínseca” es decir C3 (“Ni satisfecho ni insatisfecho”) mientras otro está en la categoría C5 de “Muy satisfecho/a”. Una vez realizada la implantación (fase “post”), en la categoría C3 se mantiene el mismo participante aunque su puntuación sube ligeramente. Sin embargo, aunque varios de los participante experimentaron un incremento en su puntuación, solo uno de ellos experimentó un cambio de nivel entre las categoría (C4 y C5), es decir, ambos participantes (28.57%) en la categoría C5 (“Muy satisfecho/a”) notaron un ligero aumento en su satisfacción después de la implementación del marco. Esto significa que en la categoría C4 (“Satisfecho/a”) el 57,14% de los participantes (4)

notó estar “Satisfecho/a” e incrementó su puntuación, y solo uno de ellos hizo una disminución en la puntuación pero no obtuvo cambio de categoría.

En cuanto a la tercera variable “Satisfacción General”, la Figura 10.6a representa esos mismos estadísticos sin apenas variaciones significativas sobre el valor de la media en las mediciones realizadas en ambas fases de la implantación. A pesar de que solo se puede apreciar que la puntuación más baja se incrementó no se evidencia que algunos participantes (3) se mantuvieron sin cambios mientras que otros (3) notaron un ligero aumento en su satisfacción. De hecho solo uno de los participantes experimentó una disminución en su satisfacción pasando de la categoría C5 “Muy Satisfecho/a” a la C4 “Satisfecho/a”. Como resultado, el valor de la media para el factor “Satisfacción General” presenta un ligero incremento entre las fase “pre” y “post” (tiempos de medición).



**Figura 10.6. Clasificación de los participantes según el factor “Satisfacción General”**

La Figura 10.6b ilustra como los participantes estaban en las categorías C4 (“Satisfecho/a”) y C5 (“Muy Satisfecho/a”) antes de empezar la implantación. Esto significa que la mayoría (71.43%) de los participantes (5) indicaron que se encontraban en “Satisfecho/a” y el 28.57% (2) indicaron estar “Muy Satisfecho/a”. Una vez realizada la implantación (fase “post”) no se observan cambios en estos porcentajes. No obstante, se produjeron un cambio de nivel entre la categoría C4 (“Satisfecho/a”) a la categoría C5 (“Muy Satisfecho/a”) y otro a la inversa. Cabe notar que los participantes más activos en la implantación experimentaron un incremento en su satisfacción, mientras otros 3 se mantuvieron sin cambio y solo uno de los otros participantes experimento una disminución en su nivel de satisfacción general.

Aunque a primera vista se puede extraer la conclusión de que casi todos los participantes parecen estar en la categoría de “Satisfecho/a” o “Muy satisfecho” previa la implantación del marco, cabe indicar que casi todos los participantes (6) notaron un incremento positivo en su niveles de satisfacción. Esto parece coherente, teniendo en cuenta que el enfoque del marco está dirigido a incrementar los niveles de satisfacción. Finalmente, cabe mencionar que es probable que aun teniendo altos niveles de satisfacción previa la implantación del marco se espera que después de realizada la implantación a los involucrados les resulte más satisfactorio trabajar.

En la Tabla 10.16 se presentan los resúmenes estadísticos de los factores de satisfacción, que incluyen los resultados de las pruebas Shapiro-Wilks y Chi-Cuadrado y sus correspondientes p-valores. Todos los p-valores del test Chi-Cuadrado son superiores o iguales a 0.10, esto indica que no se puede rechazar la idea de que los datos proceden de una distribución normal con un

nivel de confianza de al menos un 90%. Lo mismo ocurre con los p-valores correspondientes al test Shapiro-Wilks, salvo en el caso del factor General de la fase "post" que tiene un p-valor menor que 0.05, indicando que se rechaza la hipótesis nula y se considera que hay evidencia para concluir que la muestra no proviene de una distribución normal. No obstante, tomando en cuenta la pequeña cantidad de datos, estos resultados pueden considerarse dentro de los esperados. Esto quiere decir que si se tratase de una muestra mayor se obtendrían p-valores más significativos, indicando que los datos proceden de una distribución normal.

Satisfacción	Fase	Pruebas de Normalidad			
		Test Chi-cuadrado		Test Shapiro-Wilk	
		Estadístico	p-valor	Estadístico	p-valor
Intrínseca	Pre	0.714	0.982	0.865	0.168
	Post	0.714	0.982	0.876	0.210
Extrínseca	Pre	0.714	0.982	0.984	0.978
	Post	0.857	0.931	0.870	0.187
General	Pre	3.857	0.277	0.869	0.183
	Post	4.571	0.102	0.646	0.001

Tabla 10.16. Test de normalidad para los factores de Satisfacción de los participantes

El segundo paso en el análisis es la comparación de los resultados de los factores de Satisfacción entre las unidades de análisis, equipo de dirección (1) y equipo de desarrollo (2). La siguiente Tabla 10.17 resume los resultados obtenidos para las variables estudiadas por grupo.

Satisfacción	Fase	Grupo	N	M	Desviación Típica	Coefficiente de Variación	Min	Max	Rango
Intrínseca	Pre	1	3	48.333	7.0946	14.6785%	42	56	14
		2	4	47.750	4.9917	10.4537%	44	55	11
	Post	1	3	50.333	5.5076	10.9422%	45	56	11
		2	4	49.250	3.8622	7.8420%	47	55	8
Extrínseca	Pre	1	3	22.667	1.5275	6.7389%	21	24	3
		2	4	20.750	3.8622	18.6130%	17	26	9
	Post	1	3	23.667	1.5275	6.4541%	22	25	3
		2	4	22.000	2.9439	13.3814%	18	25	7
General	Pre	1	3	8.000	1.0000	12.5000%	7	9	2
		2	4	8.500	1.0000	11.7647%	8	10	2
	Post	1	3	9.000	1.0000	11.1111%	8	10	2
		2	4	8.000			8	8	0

Tabla 10.17. Estadísticas de grupo para factores de MSQ

El objetivo es comparar las respuestas de cada grupo para comprobar las diferencias, por tanto se ha aplicado la prueba de ANOVA para saber si existen diferencias estadísticas. Los resultados de la Tabla 10.18 muestran que no hay diferencias estadísticamente significativas.

Satisfacción	Fase	Test ANOVA		Test Kruskal-Wallis	
		Estadístico	p-valor	Estadístico	p-valor
Intrínseca	Pre	0.017	0.902	0.032	0.858
	Post	0.095	0.770	0.127	0.721
Extrínseca	Pre	0.637	0.461	0.795	0.372
	Post	0.776	0.419	0.519	0.471
General	Pre	0.429	0.542	0.342	0.558
	Post	22.857	0.093	5.600	0.018

Tabla 10.18. Análisis ANOVA y Kruskal-Wallis de la satisfacción entre los grupos

En la Tabla 10.18 se descompone la varianza de ambos grupos, por ejemplo, la razón-F (estadístico), que en el caso de la Satisfacción Intrínseca de la fase "pre" es igual a 0.017 se corresponde con un p-valor mayor que 0.05, es decir no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de este factor de Satisfacción por grupos, con un nivel del 95.0% de

confianza. El resultado de la prueba alternativa Kruskal-Wallis es consistente con los hallazgos de ANOVA excepto para la Satisfacción general de la fase “post”, puesto que el valor crítico (0.018) es menor 0.05. Solamente en este caso se puede rechazar la hipótesis de igualdad de promedios y concluir que los grupos tienden a diferir en su satisfacción general.

#### 10.1.4 Cuestionario TCI relacionado con el clima de trabajo en equipo (H<sub>2</sub>)

Las variables sobre las que se realiza el análisis descriptivo son los cuatro factores de clima de trabajo en equipo del cuestionario TCI: Seguridad en la Participación (SP), Apoyo para la Innovación (AI), Visión de Equipo (VE) y Orientación a la Tarea (OT). Se analiza cada uno de los factores de clima de trabajo en equipo, al inicio y después de realizar la implantación del marco propuesto en esta tesis doctoral.

El primer factor de clima de trabajo en equipo considerado es la Seguridad en la Participación, entendido como cuánta confianza sienten los integrantes del equipo para explicar sus opiniones e ideas en el equipo. Considerando que existen 11 preguntas para medir este factor, y los posibles valores de las respuestas van desde 1 hasta 5 puntos, se establecen cinco categorías para este factor (C1 – C5) como se presenta en la Tabla 10.19. Por lo tanto, la categoría C1 es hasta 11 puntos y corresponde a “Totalmente en desacuerdo”. La categoría C2 va desde 11.1 puntos hasta 22 puntos y significa “Desacuerdo”. La categoría C3 corresponde a valores entre 22.1 puntos y 33 puntos, significa “Ni acuerdo ni desacuerdo”. La categoría C4 va de 33.1 puntos a 44 puntos, indicando “De acuerdo”; y la categoría C5 oscila entre 44.1 puntos y 55 puntos, representando “Totalmente de acuerdo”.

Categoría	Puntuación	Escala
C1	Hasta 11	Totalmente en desacuerdo
C2	11.1 a 22	Desacuerdo
C3	22.1 a 33	Ni acuerdo ni desacuerdo
C4	33.1 a 44	De acuerdo
C5	44.1 a 55	Totalmente de acuerdo

Tabla 10.19. Categorías para el factor “Seguridad de la Participación”

En la Tabla 10.20 se presentan los estadísticos correspondientes a las puntuaciones obtenidos para el factor “Seguridad en la Participación” acorde a las categorías establecidas en las dos fases de la implantación. La columna “N” indica el número de participantes, la columna “M” representa la media y las columnas “Min” y “Max” son los valores mínimo y máximo, respectivamente. Estos mismos estadísticos se obtienen para cada uno de los otros factores de clima de trabajo en equipo.

Fase	Categoría	N	M	Desviación Típica	Coefficiente de Variación	Min	Max	Rango
Pre	C4	5	39.400	3.0496	7.7401%	35	43	8
	C5	2	50.500	2.1213	4.2006%	49	52	3
Post	C4	3	42.333	1.5275	3.6083%	41	44	3
	C5	4	48.000	1.8257	3.8035%	46	50	4

Tabla 10.20. Estadísticos correspondientes a las puntuaciones obtenidas para el factor “Seguridad de la Participación” en cada fase de la implantación por categoría

Nótese que, la fase “pre” corresponde al inicio y refleja las percepciones que tienen los participantes sobre el clima de trabajo en equipo antes de la implantación. La fase “post” corresponde con las percepciones que ellos mismos tienen sobre este factor de clima de trabajo en equipo vivido después de la implantación.

En la Tabla 10.21 se resumen los estadísticos de este factor, la columna “N” indica el número de sujetos, la columna “M” corresponde a la media, las columnas Min y Max son los valores mínimo y máximo, correspondientes a las puntuaciones obtenidas para el factor “Seguridad en

la Participación” en cada fase. Así mismo, estos estadísticos se obtienen para cada uno de los otros factores de clima de trabajo en equipo que se analizan en el estudio.

Fase	N	M	Desviación Típica	Coefficiente de Variación	Min	Max	Rango
Pre	7	42.571	6.0238	14.1498%	35	52	17
Post	7	45.571	3.4087	7.4799%	41	50	9

Tabla 10.21. Estadísticos del factor “Seguridad en la Participación” en cada fase

La Figura 10.7a representa esos mismos estadísticos en las fases “pre” y “post” de la implementación. Además, muestra que todos los participantes han experimentado un incremento en sus niveles de satisfacción mientras que la dispersión ha disminuido a 7.48%. Cabe notar que, el valor de la media para el factor “Seguridad en la Participación” presenta un aumento entre las fase “pre” (42.571) y “post” (45.571) (tiempos de medición).

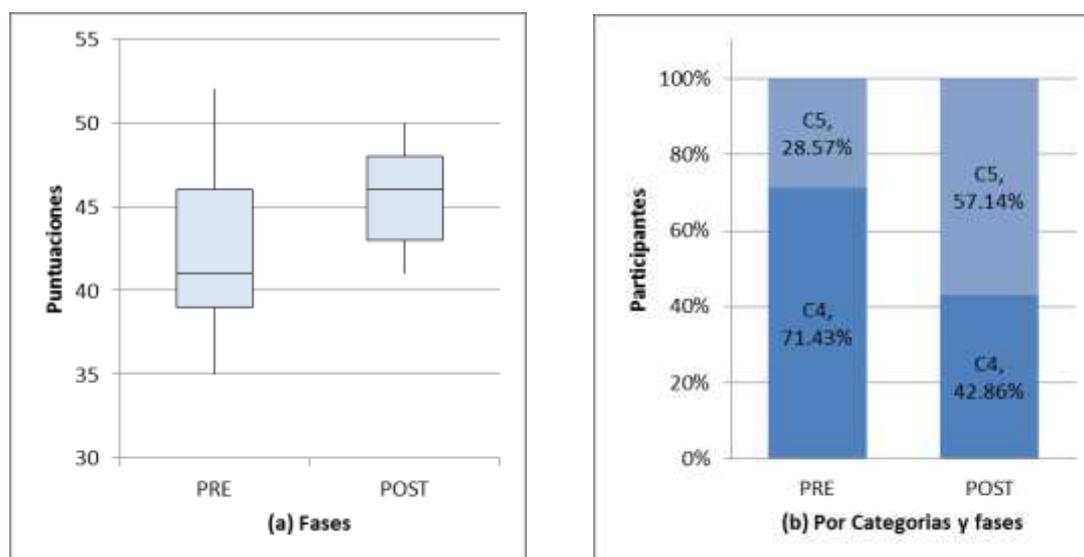


Figura 10.7. Clasificación de los participantes según el factor “Seguridad en la Participación”

La Figura 10.7b ilustra como los participantes estaban en las categorías C4 (“De acuerdo”) y C5 (“Totalmente de acuerdo”) antes de empezar la implantación. Esto significa que la mayoría de los participantes (71.43%) perciben que al trabajar juntos se produce un clima protegido a través de la interacción. Una vez realizada la implantación (fase “post”), este porcentaje disminuye hasta el 42.86%. Por tanto, se produjo un cambio de nivel de categoría dado que los participantes pasaron de la categoría C4 (“De acuerdo”) a la categoría C5 (“Totalmente de acuerdo”). En otras palabras, el 57.14% de los participantes percibe haber trabajado en un clima protegido.

Por tanto, se puede extraer la conclusión de que todos los participantes parecen estar de acuerdo o totalmente de acuerdo en trabajar en un clima seguro, donde la seguridad anima a todos a ser participativos. Sin embargo, todos los participantes en ambas fases percibieron un clima de trabajo seguro. Esto parece coherente, teniendo en cuenta que se trata de personas que trabajan juntas por más de 4 años y, por tanto, han llegado a conocerse. Es poco probable que les resulte agradable trabajar en un clima inseguro y de forma independiente entre ellos, coartando la participación dentro del equipo.

El segundo factor de clima de trabajo es “Apoyo para la Innovación”. Este factor representa el apoyo que el equipo presta a sus integrantes cuando plantean ideas innovadoras. Considerando que existen 8 preguntas para medir este factor, y los valores de las respuestas

van desde “1” hasta “5” puntos, se establecen cinco categorías para este factor (C1 – C5), como se presenta en la Tabla 10.22. Por lo tanto, la categoría C1 es hasta 8 puntos y corresponde a “Totalmente en desacuerdo”. La categoría C2 va desde 8.1 hasta 16 puntos y significa “Desacuerdo”. La categoría C3 corresponde a valores entre 16.1 puntos y 24 puntos, y representa “Ni acuerdo ni desacuerdo”. La categoría C4 va de 24.1 puntos a 32 puntos, indicando “De acuerdo”; y la categoría C5 oscila entre 32.1 puntos y 40 puntos, representando “Totalmente de acuerdo”.

Categoría	Puntuación	Escala
C1	Hasta 8	Totalmente en desacuerdo
C2	8.1 a 16	Desacuerdo
C3	16.1 a 24	Ni acuerdo ni desacuerdo
C4	24.1 a 32	De acuerdo
C5	32.1 a 40	Totalmente de acuerdo

**Tabla 10.22. Categorías para el factor “Apoyo para la Innovación”**

En la Tabla 10.23 se presentan los estadísticos correspondientes a las puntuaciones obtenidos para el factor “Apoyo para la Innovación” acorde a las categorías establecidas en las dos fases de la implantación. La columna “N” indica el número de participantes, la columna “M” representa la media y las columnas “Min” y “Max” son los valores mínimo y máximo, respectivamente. En relación a las fases, la fase “pre” refleja las percepciones antes de la implantación mientras que la fase “post” corresponde con las percepciones que los participantes tienen sobre este factor después de la implantación.

Fase	Categoría	N	M	Desviación Típica	Coefficiente de Variación	Min	Max	Rango
Pre	C4	5	28.000	1.5811	5.6469%	26	30	4
	C5	2	35.500	3.5355	9.9593%	33	38	5
Post	C4	5	28.200	2.3875	8.4662%	26	32	6
	C5	2	33.500	0.7071	2.1107%	33	34	1

**Tabla 10.23. Estadísticos correspondientes a las puntuaciones obtenidas para el factor “Apoyo para la Innovación” en cada fase de la implantación por categoría**

En la Tabla 10.24 se resumen los estadísticos de este factor, la columna “N” indica el número de sujetos, la columna “M” corresponde a la media, las columnas Min y Max son los valores mínimo y máximo, correspondientes a las puntuaciones obtenidas para el factor “Apoyo para la Innovación” en cada fase. Cabe mencionar que las percepciones se miden en dos tiempos (pre y post).

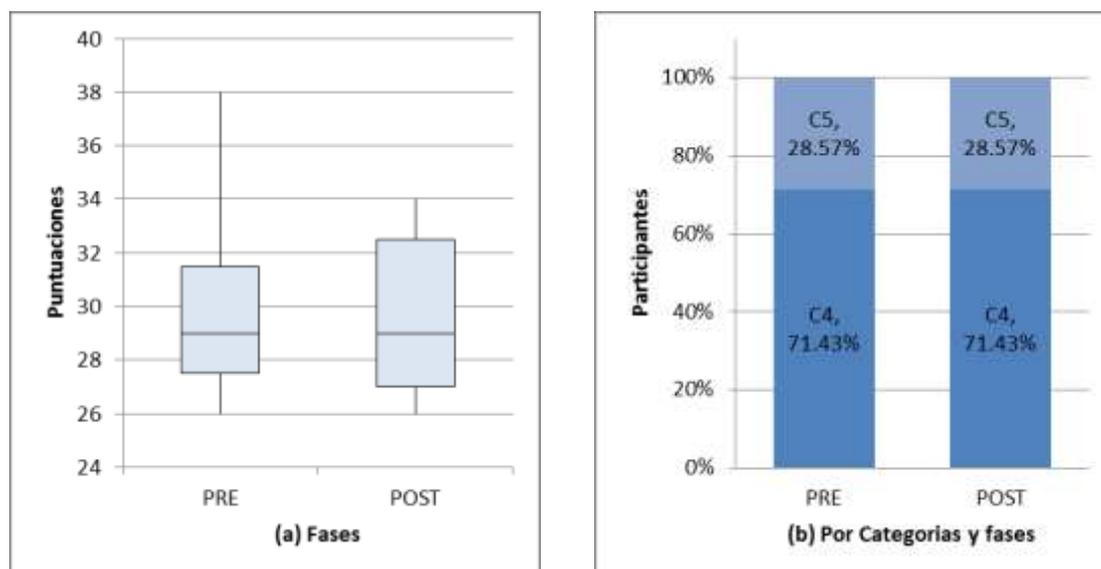
Fase	N	M	Desviación Típica	Coefficiente de Variación	Min	Max	Rango
Pre	7	30.143	4.1404	13.7359%	26	38	12
Post	7	29.714	3.2514	10.9421%	26	34	8

**Tabla 10.24. Estadísticos del factor “Apoyo para la Innovación” en cada fase**

La Figura 10.8a representa esos mismos estadísticos en las fases “pre” y “post” de la implantación. Además, muestra que la media ha disminuido ligeramente y que las puntuaciones de los valores superiores para esta factor también han disminuido, por otro lado la dispersión de los datos descendió a 10.94%. Es decir, el valor de la media para el factor “Apoyo de la Innovación” muestra una disminución entre las fase “pre” y “post” (tiempos de medición).

La Figura 10.8b ilustra como aparentemente los porcentajes de las categorías no se han movido entre las fases de implantación, 28.57% para C4 (“De acuerdo”) y 71.43% para la categoría C5 (“Totalmente de acuerdo”). Sin embargo, esto no significa que los participantes no se hayan movido entre categorías. De hecho, se debe indicar que se produjo un cambio de nivel entre las categoría C4 (“De acuerdo”) a la categoría C5 (“Totalmente de acuerdo”) y otro a

la inversa. Después de la implantación del marco, el Apoyo para la Innovación desplegado entre los participantes es ligeramente menor si se considera las puntuaciones por categoría.



**Figura 10.8. Clasificación de los participantes según el factor “Apoyo para la Innovación”**

En resumen, todos los participantes perciben en un clima de equipo innovador, donde es posible presentar nuevas ideas. Sin embargo al final de la implantación se afectó este apoyo, la explicación de este comportamiento se puede encontrar en el contexto de ese momento, ya que estaban presionados por cumplir los plazos de tiempo establecidos en su plan de trabajo. Estas circunstancias les hacen optar por soluciones conservadoras frente a soluciones alternativas más innovadoras para realizar su trabajo.

El tercer factor de clima de trabajo es “Visión de Equipo”. Este factor indica cómo de claros están definidos los objetivos para el equipo. Considerando que existen 11 preguntas para medir este factor, y los posibles valores de las respuestas van desde 1 hasta 5 puntos, se establecen cinco categorías para este factor (C1 – C5) como se presenta en la Tabla 10.25. Por lo tanto, la categoría C1 es hasta 11 puntos y corresponde a “Totalmente en desacuerdo”. La categoría C2 va desde 11.1 puntos hasta 22 puntos y significa “Desacuerdo”. La categoría C3 corresponde a valores entre 22.1 puntos y 33 puntos, significa “Ni acuerdo ni desacuerdo”. La categoría C4 va de 33.1 puntos a 44 puntos, indicando “De acuerdo”; y la categoría C5 oscila entre 44.1 puntos y 55 puntos, representando “Totalmente de acuerdo”.

Categoría	Puntuación	Escala
C1	Hasta 11	Totalmente en desacuerdo
C2	11.1 a 22	Desacuerdo
C3	22.1 a 33	Ni acuerdo ni desacuerdo
C4	33.1 a 44	De acuerdo
C5	44.1 a 55	Totalmente de acuerdo

**Tabla 10.25. Categorías para el factor “Visión de Equipo”**

En la Tabla 10.26 se presentan los estadísticos correspondientes a las puntuaciones obtenidos para el factor “Visión de equipo” acorde a las categorías establecidas en las dos fases de la implantación. La columna “N” indica el número de participantes, la columna “M” representa la media y las columnas “Min” y “Max” son los valores mínimo y máximo, respectivamente. En relación a las fases, la fase “pre” refleja las percepciones antes de la implantación. La fase “post” corresponde con las percepciones que los participantes tienen sobre este factor luego de la implantación.

Fase	Categoría	N	M	Desviación Típica	Coefficiente de Variación	Min	Max	Rango
Pre	C4	5	38.800	2.1679	5.5874%	37	42	5
	C5	2	46.000	1.4142	3.0743%	45	47	2
Post	C4	6	42.833	1.4720	3.4366%	41	44	3
	C5	1	47.000			47	47	0

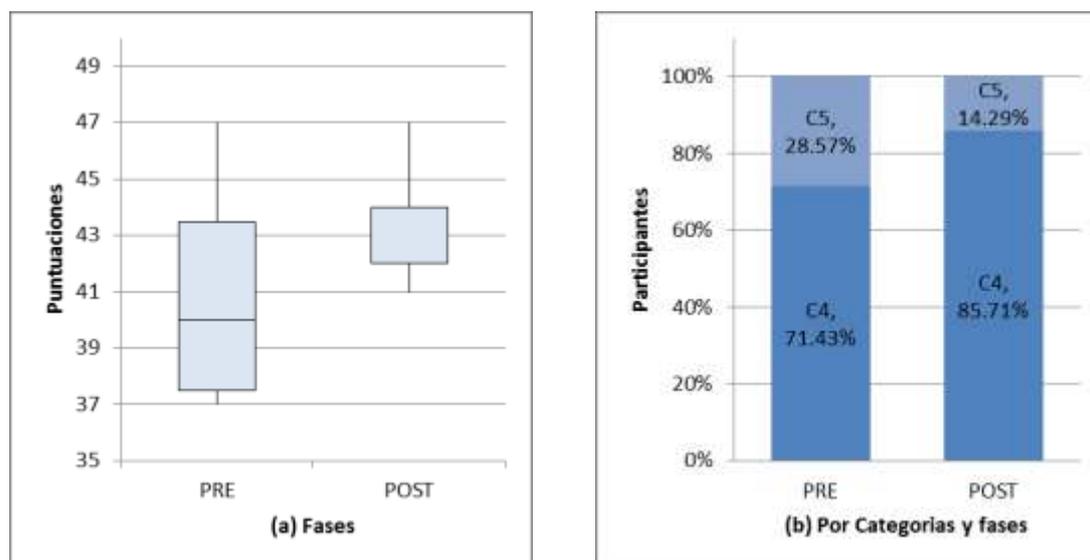
**Tabla 10.26. Estadísticos correspondientes a las puntuaciones obtenidas para el factor “Visión de Equipo” en cada fase de la implantación por categoría**

En la Tabla 10.27 se resumen los estadísticos de este factor, la columna “N” indica el número de sujetos, la columna “M” corresponde a la media, las columnas Min y Max son los valores mínimo y máximo, correspondientes a las puntuaciones obtenidas para el factor “Visión de Equipo” en cada fase. Cabe mencionar que las percepciones se miden en dos tiempos.

Fase	N	M	Desviación Típica	Coefficiente De Variación	Min	Max	Rango
Pre	7	40.857	3.9761	9.7318%	37	47	10
Post	7	43.429	2.0702	4.7669%	41	47	6

**Tabla 10.27 Estadísticos del factor “Visión de Equipo” en cada fase**

La Figura 10.9a representa esos mismos estadísticos en las fases “pre”, y “post” de la implantación. Además, muestra que todos los participantes han aumentado sus puntuaciones sobre todo las más bajas en relación al inicio de la implantación. Cabe notar que, el valor de la media para el factor “Visión de Equipo” muestra un incremento entre las fases “pre” y “post” con un valor dispersión (4.77%) que es más bajo de entre todos los factores.



**Figura 10.9. Clasificación de los participantes según el factor “Visión de Equipo”**

La Figura 10.9b muestra que hay una variación en los porcentajes de los participantes en la categoría C5 (“Totalmente de acuerdo”) y la categoría C4 (“De acuerdo”), en las fases “pre” y “post”. Esta variación se explica por un cambio de categoría que resulta de la disminución de la puntuación que experimentó uno de los participantes, sin embargo la mayoría de los participantes (5) experimentaron un aumento en su percepción de “Visión de Equipo” mientras que solo un participante se mantuvo sin cambio. Esta visión de compartir los objetivos se ve consolidada al final de la implantación del marco. En resumen, los participantes están de acuerdo o muy de acuerdo en considerar mejor trabajar en un clima cohesionado, donde los objetivos están claramente definidos y compartidos y realizar el trabajo en equipo es la opción

preferida para lograr alcanzar dichos objetivos. Además, parece que los participantes han mejorado su cohesión. No obstante, esto es esperado por ser un equipo pequeño.

Finalmente, el cuarto factor de clima de trabajo es “Orientación a la Tarea”. Este factor indica cuánto esfuerzo ponen los equipos en alcanzar la excelencia en aquello que hacen. Considerando que existen 6 preguntas para medir este factor, y los posibles valores de las respuestas van desde 1 hasta 5 puntos, se establecen cinco categorías para este factor (C1 – C5) como se presenta en la Tabla 10.28. Por lo tanto, la categoría C1 es hasta 6 puntos y corresponde a “Totalmente en desacuerdo”. La categoría C2 va desde 6.1 puntos hasta 12 puntos y significa “Desacuerdo”. La categoría C3 corresponde a valores entre 12.1 puntos y 18 puntos, significa “Ni acuerdo ni desacuerdo”. La categoría C4 va de 18.1 puntos a 24 puntos, indicando “De acuerdo”; y la categoría C5 oscila entre 24.1 puntos y 30 puntos, representando “Totalmente de acuerdo”.

Categoría	Puntuación	Escala
C1	Hasta 6	Totalmente en desacuerdo
C2	6.1 a 12	Desacuerdo
C3	12.1 a 18	Ni acuerdo ni desacuerdo
C4	18.1 a 24	De acuerdo
C5	24.1 a 30	Totalmente de acuerdo

**Tabla 10.28. Categorías para el factor “Orientación a la Tarea”**

En la Tabla 10.29 se presentan los estadísticos correspondientes a las puntuaciones obtenidos para el factor “Orientación a la Tarea” acorde a las categorías establecidas en las dos fases de la implantación. La columna “N” indica el número de participantes, la columna “M” representa la media y las columnas “Min” y “Max” son los valores mínimo y máximo, respectivamente. En relación a las fases, la fase “pre” refleja las percepciones antes de la implantación en tanto que la fase “post” corresponde a las percepciones que los participantes tienen sobre este factor luego de la implantación.

Fase	Categoría	N	M	Desviación Típica	Coefficiente de Variación	Min	Max	Rango
Pre	C3	2	16.500	2.1213	12.8564%	15	18	3
	C4	4	21.250	2.0616	9.7016%	19	24	5
	C5	1	26.0			26	26	0
Post	C4	5	22.400	1.5166	6.7705%	21	24	3
	C5	2	26.500	2.1213	8.0049%	25	28	3

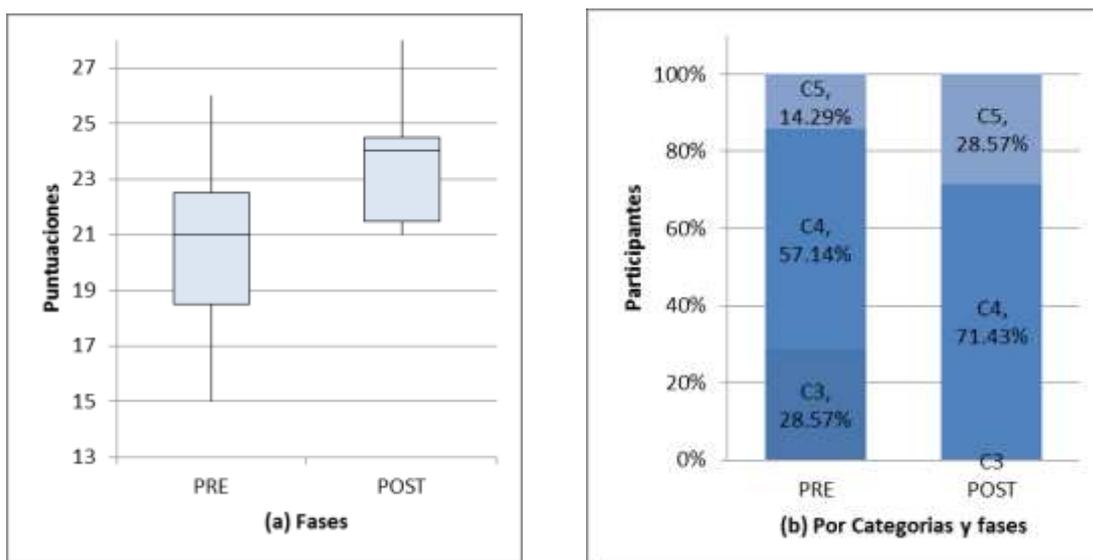
**Tabla 10.29. Estadísticos correspondientes a las puntuaciones obtenidas para el factor “Orientación a la Tarea” en cada fase de la implantación por categoría**

En la Tabla 10.30 se resumen los estadísticos de este factor, la columna “N” indica el número de sujetos, la columna “M” corresponde a la media, las columnas Min y Max son los valores mínimo y máximo, correspondientes a las puntuaciones obtenidas para el factor “Orientación a la Tarea” en cada fase (“pre” y “post”).

Fase	N	M	Desviación Típica	Coefficiente de Variación	Min	Max	Rango
Pre	7	20.571	3.6904	17.9394%	15	26	11
Post	7	23.571	2.5071	10.6364%	21	28	7

**Tabla 10.30. Estadísticos del factor “Orientación a la Tarea” en cada fase**

La Figura 10.10a representa esos mismos estadísticos en las fases “pre” y “post” de la implantación. Además, muestra que las puntuaciones se han incrementado en particular las más bajas. Cabe notar que, el valor de la media (23.571) para el factor “Orientación a la Tarea” muestra un incremento entre las fase “pre” y “post” (tiempos de medición). Asimismo, la dispersión ha disminuido a 10.64%.



**Figura 10.10. Clasificación de los participantes según el factor “Orientación a la Tarea”**

La Figura 10.10b ilustra dichos estadísticos con una notable variación entre las categorías en ambas fases de la implantación. El porcentaje de los participantes (2) que se encuentran indiferentes tiene una variación apreciable (28.47%) entre las distintas fases (“pre” y “post”). Así, las percepción hacia la Orientación a la Tarea por lograr excelencia en el trabajo es del 71.43% para la categoría C4 (“De acuerdo”), frente al 28.57% de los participantes (2) que están en la categoría C5 (“Totalmente de acuerdo”). En otras palabras, la mayoría de los participantes tienen preferencia por la búsqueda de la excelencia en su trabajo antes de la implantación del marco, y este porcentaje aumenta al final de la implantación (“post”), donde únicamente un participante disminuye ligeramente su puntuación y cambia de la categoría C5 (“Totalmente de acuerdo”) a C4 (“De acuerdo”).

En resumen, al final de la implantación todos los participantes están de acuerdo o totalmente de acuerdo en trabajar en un clima orientado a la tarea, donde los integrantes del equipo están animados y se esfuerzan por conseguir la excelencia en el trabajo que realizan. En la Tabla 10.31 se presentan los resúmenes estadísticos de los factores de TCI, que incluyen los resultados de las pruebas Shapiro-Wilks y Chi-Cuadrado y sus correspondientes p-valores. Todos los p-valores del test Chi-Cuadrado son superiores o iguales a 0.10, esto indica que no se puede rechazar la idea de que los datos proceden de una distribución normal con un nivel de confianza de al menos un 90%. Lo mismo ocurre con los p-valores correspondientes al test Shapiro-Wilks, por ejemplo, para “Seguridad en la Participación” (SP) el estadístico 0.946 se corresponde con un p-valor de 0.691 por lo tanto no se la idea de que los datos proceden de una distribución normal. Este mismo razonamiento se hace para el resto de las variables analizadas en el estudio.

TCI	Fase	Pruebas de Normalidad			
		Test Chi-cuadrado		Test Shapiro-Wilk	
		Estadístico	p-valor	Estadístico	p-valor
Seguridad en la Participación (SP)	Pre	0.000	1.000	0.946	0.691
	Post	0.000	1.000	0.953	0.760
Apoyo para la Innovación (AI)	Pre	0.000	1.000	0.892	0.284
	Post	0.714	0.982	0.889	0.269
Visión de Equipo (VE)	Pre	0.714	0.982	0.896	0.308
	Post	1.571	0.666	0.892	0.284
Orientación a la Tarea (OT)	Pre	0.714	0.982	0.981	0.965
	Post	0.857	0.931	0.909	0.391

**Tabla 10.31. Test de normalidad para los factores de TCI de los participantes**

El segundo paso en el análisis es la comparación de los resultados de los factores de TCI entre las unidades de análisis, equipo de dirección (1) y equipo de desarrollo (2). La siguiente Tabla 10.32 resume los resultados obtenidos para las variables estudiadas por grupo.

El objetivo es comparar las respuestas de cada unidad de análisis para comprobar las diferencias, por tanto se ha aplicado la prueba de ANOVA para saber si existen diferencias estadísticamente significativas. La Tabla 10.32 presenta los resultados, por ejemplo, la razón-F (estadístico), que en el caso de la “Seguridad en la Participación” (SP) de la fase “pre” es igual a 0.149 se corresponde con un p-valor 0.715 que es mayor que 0.05, es decir no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de este factor, con un nivel del 95.0% de confianza. Puesto que el p-valor de la razón-F es mayor o igual que 0.05 para el resto de factores, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de los factores del TCI entre un las unidades de análisis, con un nivel del 95.0% de confianza. Además, la Tabla 10.32 muestra que los resultados de la prueba alternativa Kruskal-Wallis son consistentes con los hallazgos de ANOVA. Por lo tanto, no se puede rechazar la hipótesis de igualdad de promedios.

TCI	Fase	Test ANOVA		Test Kruskal-Wallis	
		Estadístico	p-valor	Estadístico	p-valor
Seguridad en la Participación (SP)	Pre	0.149	0.715	0.125	0.724
	Post	0.021	0.889	0.000	1.000
Apoyo para la Innovación (AP)	Pre	0.005	0.945	0.125	0.724
	Post	0.220	0.658	0.509	0.476
Visión de Equipo (VE)	Pre	0.077	0.792	0.509	0.476
	Post	0.357	0.576	0.309	0.578
Orientación a la Tarea (OT)	Pre	0.107	0.757	0.032	0.858
	Post	1.984	0.216	2.074	0.150

Tabla 10.32. Análisis ANOVA y Kruskal-Wallis de los factores de TCI entre los grupos

## 10.2 Contraste de Hipótesis

Como ya se ha mencionado, para la obtención de los datos que sirvieron de base para la contrastación estadística de las hipótesis planteadas se llevó a cabo una evaluación diagnóstica y una evaluación post-implementación que se basó en la aplicación de tres cuestionarios que fueron cumplimentados por los participantes. Cabe indicar que este tipo de diseños permite la comparación de muestras, cuyo objetivo es el estudio de los efectos de intervenciones sobre un resultado final. La Tabla 10.33 presenta un resumen de las hipótesis a evaluar en el caso de estudio, así como su instrumento y escala de medición.

Hipótesis	Instrumento de medición	Escala de medición
H <sub>1</sub> : Una instancia del marco constituye un cambio positivo en la percepción que el personal tiene sobre la comunicación.	Cuestionario de la Auditoria de la comunicación (CAC)	Escala de Likert de 1 a 7, (apéndice B)
H <sub>2</sub> : Una instancia del marco representa un cambio positivo en la percepción que el personal tiene sobre la satisfacción laboral.	Cuestionario de Satisfacción de Minnesota (MSQ)	Escala Likert donde 1 es “Muy insatisfecho” y 5 es “Muy Satisfecho” (apéndice C)
	Affective Slider (AS)	Escala normalizada continua que varía de 1 a 100 (apéndice E)
	Inventario de Clima Laboral (TCI)	Escala Likert donde 1 es “Totalmente en desacuerdo” y 5 es “Totalmente de acuerdo” (apéndice C)

Tabla 10.33. Hipótesis a evaluar

Las pruebas estadísticas aplicadas han servido para dos propósitos principales. Primero, realizar un análisis descriptivo y exploratorio de las variables para conocer las puntuaciones medias y sus desviaciones típicas. Segundo, analizar las diferencias entre las puntuaciones

medias de las fases “pre” y “post”, para lo cual se ha aplicado de la prueba t de Student de muestras relacionadas, a través de la cual se ha efectuado un contraste entre las diferentes puntuaciones medias en las variables analizadas para cada hipótesis. Como herramientas de apoyo en esta tarea se han utilizado Excel y el paquete de software estadístico SSPS, sin embargo para realizar la comprobación de los cálculos realizados y de sus resultados se utilizó el programa estadístico Matlab.

A continuación se presenta el análisis estadístico efectuado. Una vez explorados los factores, se realiza la prueba estadística t de Student, asumiendo normalidad en los datos, para evaluar las diferencias de medias de los distintos factores, antes y después de haber implementado la instancia del marco propuesto. En este análisis no se incluye los datos recogidos en el Affective Slider, no solo porque no se ha contrastado la normalidad de los datos sino también porque fueron recogidos en un tiempo diferente a los otros datos. En la Tabla 10.34 se presentan los resultados de la correlación y la significación de la prueba t, si el p-valor o significación estadística es menor que alpha, aceptamos que la correlación es significativamente diferente de 0, es decir, existe relación entre variables.

Hipótesis	Factores [pre-post]	Correlación	p-valor
H <sub>1</sub>	CAC-Perspectiva organizacional (PO)	-0.311	0.497
	CAC-Retroalimentación personal (RP)	0.205	0.659
	CAC-Integración organizacional (IO)	0.438	0.326
	CAC-Comunicación con los jefes (CJ)	0.818	0.024
	CAC-Clima comunicacional (CL)	-0.104	0.824
	CAC-Comunicación horizontal (CH)	0.141	0.762
	CAC-Calidad de los medios (CM)	0.376	0.405
	CAC-Comunicación de los niveles gerenciales (CG)	0.498	0.256
	CAC-Comunicación entre áreas (CD)	0.438	0.326
	CAC-Comunicación con los subordinados (CS)	0.937	0.063
	H <sub>2</sub>	MSQ-Intrínseca	0.967
MSQ-Extrínseca		0.926	0.003
MSQ-General		0.255	0.582
TCl-Seguridad en la Participación (SP)		0.923	0.003
TCl-Apoyo para la Innovación (AP)		0.140	0.765
TCl-Visión de Equipo (VE)		0.758	0.048
TCl-Orientación a la Tarea (OT)		0.517	0.234

Tabla 10.34. Correlaciones

La Tabla 10.35 muestra los resultados del análisis estadístico realizado para comprobar H<sub>1</sub>: Una instancia del marco representa un cambio positivo en la percepción que el personal tiene sobre la comunicación. Como se puede ver en la última columna que contiene el p-valor del estadístico de análisis, particularmente los factores de Retroalimentación personal ( $t(7)=-2.7143$ ,  $p<0.05$ ), Integración organizacional ( $t(7)=-2.2857$ ,  $p<0.05$ ), Comunicación con los jefes ( $t(7)=-2.0000$ ,  $p<0.05$ ) y Calidad de los medios ( $t(7)=-2.4286$ ,  $p<0.05$ ), los datos obtenidos sugieren la existencia de diferencias estadísticamente significativas ( $p$ -valores  $< 0.05$ ) entre la situación de la microempresa, antes y después de la implementación del marco.

De igual forma, en la Tabla 10.35 se presentan los resultados del análisis estadístico realizado para comprobar H<sub>2</sub>: Una instancia del marco representa un cambio positivo en la percepción que el personal tiene sobre la satisfacción en el trabajo. Como se presenta en la última columna que contiene el p-valor del estadístico de análisis, se tiene que para MSQ los factores de satisfacción intrínseca ( $t(7)=-1.7143$ ,  $p<0.05$ ) y satisfacción extrínseca ( $t(7)=-1.1429$ ,  $p<0.05$ ) sugieren la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre la situación de la microempresa, antes y después de la implementación del marco. Igualmente, al tomar en cuenta los factores de TCl se puede ver que los factores de Seguridad en la participación ( $t(7)=-3.0000$ ,  $p<0.05$ ), Visión de Equipo ( $t(7)=-2.5714$ ,  $p<0.05$ ) y Orientación a la Tarea ( $t(7)=-3.0000$ ,  $p<0.05$ ) apuntan la existencia de diferencias estadísticamente significativas.

Hipótesis	Factores [pre-post]	Media	Desviación	T	gl	p-valor
H <sub>1</sub>	CAC-Perspectiva organizacional (PO)	0.4286	5.2236	0.217	6	0.835
	<b>CAC-Retroalimentación personal (RP)</b>	<b>-2.7143</b>	<b>2.9277</b>	<b>-2.453</b>	<b>6</b>	<b>0.049*</b>
	<b>CAC-Integración organizacional (IO)</b>	<b>-2.2857</b>	<b>2.3604</b>	<b>-2.562</b>	<b>6</b>	<b>0.043*</b>
	<b>CAC-Comunicación con los jefes (CJ)</b>	<b>-2.0000</b>	<b>2.1602</b>	<b>-2.449</b>	<b>6</b>	<b>0.049*</b>
	CAC-Clima comunicacional (CL)	-0.4286	3.9521	-0.287	6	0.784
	CAC-Comunicación horizontal (CH)	0.8571	2.9114	0.779	6	0.466
	<b>CAC-Calidad de los medios (CM)</b>	<b>-2.4286</b>	<b>2.5728</b>	<b>-2.497</b>	<b>6</b>	<b>0.047*</b>
	CAC-Comunicación de los niveles gerenciales (CG)	-0.8571	2.9681	-0.764	6	0.474
	CAC-Comunicación entre áreas (CD)	-1.0000	2.6458	-1.000	6	0.356
	CAC-Comunicación con los subordinados (CS)	0.5000	1.2910	0.775	3	0.495
H <sub>2</sub>	<b>MSQ-Intrínseca</b>	<b>-1.7143</b>	<b>1.7043</b>	<b>-2.661</b>	<b>6</b>	<b>0.037*</b>
	<b>MSQ-Extrínseca</b>	<b>-1.1429</b>	<b>1.2150</b>	<b>-2.489</b>	<b>6</b>	<b>0.047*</b>
	MSQ-General	-0.1429	1.0690	-0.354	6	0.736
	<b>TCI-Seguridad en la Participación (SP)</b>	<b>-3.0000</b>	<b>3.1623</b>	<b>-2.510</b>	<b>6</b>	<b>0.046*</b>
	TCI-Apoyo para la Innovación (AP)	0.4286	4.8941	0.232	6	0.824
	<b>TCI-Visión de Equipo (VE)</b>	<b>-2.5714</b>	<b>2.7603</b>	<b>-2.465</b>	<b>6</b>	<b>0.049*</b>
	<b>TCI-Orientación a la Tarea (OT)</b>	<b>-3.0000</b>	<b>3.2146</b>	<b>-2.469</b>	<b>6</b>	<b>0.049*</b>

Tabla 10.35. Resultados del test t-student entre las fases “pre” y “post”

Al observar la Tabla 10.36 de los intervalos de confianza del 95% de confianza, se prueba que después de la implementación del marco, la evaluación de los factores ha recibido una puntuación media superior a la obtenida antes de la implementación, por tanto, se puede concluir que dicho nivel da un cambio positivo y significativo en los nivel de comunicación y satisfacción laboral inicialmente establecidos.

Hipótesis	Factores [pre-post]	Inferior	Superior
H <sub>1</sub>	CAC-Perspectiva organizacional (PO)	-4.4024	5.2596
	CAC-Retroalimentación personal (RP)	-5.4220	-0.0066
	CAC-Integración organizacional (IO)	-4.4687	-0.1027
	CAC-Comunicación con los jefes (CJ)	-3.9979	-0.0021
	CAC-Clima comunicacional (CL)	-4.0836	3.2265
	CAC-Comunicación horizontal (CH)	-1.8354	3.5497
	CAC-Calidad de los medios (CM)	-4.8080	-0.0492
	CAC-Comunicación de los niveles gerenciales (CG)	-3.6022	1.8879
	CAC-Comunicación entre áreas (CD)	-3.4469	1.4469
	CAC-Comunicación con los subordinados (CS)	-1.5543	2.5543
H <sub>2</sub>	MSQ-Intrínseca	-3.2905	0.1380
	MSQ-Extrínseca	-2.2665	-0.0192
	MSQ-General	-1.1316	0.8458
	TCI-Seguridad en la Participación (SP)	-5.9246	-0.0754
	TCI-Apoyo para la Innovación (AP)	-4.0977	4.9549
	TCI-Visión de Equipo (VE)	-5.1242	-0.0186
	TCI-Orientación a la Tarea (OT)	-5.9730	-0.0270

Tabla 10.36. Intervalos de Confianza del 95%

Por una parte, en la medida que 4 de los 10 factores analizados individualmente para CAC resultan con cambios significativos en la valoración de los participantes, se considera que la hipótesis H<sub>1</sub> se acepta en el caso de estudio. La razón fundamental para que no todos los aspectos resulten estadísticamente significativos se ha debido a que la implementación se configuró considerando las necesidades inmediatas y el nivel de urgencia de la microempresa por lo que algunos factores no fueron abordados durante este periodo de implantación.

Por otra parte, en la medida que 2 de los 3 factores del MSQ analizados individualmente resultan con cambios significativos en la valoración de los participantes, se considera que la hipótesis H<sub>2</sub> se acepta en el caso de estudio. En el caso del factor general que no resultó estadísticamente significativo, se ha debido en su mayoría a que las dos preguntas del

cuestionario MSQ asociadas con este factor se refieren a cuestiones muy globales que no fueron abordadas explícitamente en la implementación como son las condiciones de trabajo y la forma como los compañeros de trabajo se llevan entre sí. Desde la perspectiva de clima laboral 3 de los 4 factores del TCI apuntaron un cambio estadísticamente significativo, lo cual aporta evidencia empírica que apoya que la comunicación es parte importante del clima laboral dentro de un equipo y que existe una relación con la satisfacción laboral.

No obstante, se puede destacar que la empresa consideró oportuno orientar gran parte del esfuerzo de implantación sobre los procesos del equipo de dirección (3 personas) como resultado este grupo no solo participó más activamente durante la implantación, sino que además estos participantes experimentaron un cambio positivo en diversos factores. Esto significa que los resultados podrían ser mejorados si se continúa y amplía el rango de acción del marco. Sumado a los resultados previamente expuestos, se destaca que con la implementación del marco, aunado al rol de un líder de cambio, fue posible establecer un espacio y tiempo para definir una estrategia para gestionar los factores humanos, que partió del trabajo con el equipo encargado de la dirección de la microempresa, logrando con ello que el resto de miembros del equipo de desarrollo incorpore distintas formas de hacer el trabajo. Con base en lo anterior, se estableció la necesidad de continuar con esta iniciativa una vez terminado el caso de estudio.

En lo que respecta a las hipótesis planteadas, el cumplimiento de las mismas viene a corroborar la idoneidad de la aplicación de un marco como el que se propone en esta tesis. En definitiva, la aplicación de un marco en el contexto microempresa ha favorecido el logro de las dos hipótesis relativas a las mejoras en la comunicación y satisfacción laboral, así como mejoras en el clima de trabajo en equipo.

Hipótesis	Metodología estadística	Se acepta la hipótesis
H1: Una instancia del marco constituye un cambio positivo en la percepción que el personal tiene sobre la comunicación entre los miembros del equipo	Prueba t de Student para datos Emparejados	Si
H2: Una instancia del marco representa un cambio positivo en la percepción que el personal tiene sobre la satisfacción en el trabajo	Prueba t de Student para datos Emparejados	Si

Tabla 10.37. Resumen de las hipótesis a evaluar

### 10.3 Discusión y Conclusiones de la validación empírica

Las preguntas de investigación y las hipótesis se discuten a partir de los resultados del caso de estudio. Acorde a estos resultados, tras el desarrollo de esta tesis doctoral, existe un marco que fortalece factores humanos que apoyan la integración de modelos SPI en el entorno microempresa.

Respecto a la hipótesis general, y teniendo en cuenta que *existe un marco capaz de establecer, desarrollar e incorporar los elementos necesarios para preparar a las microempresas en la creación y/o fortalecimiento de cualidades (factores humanos) que apoyan la integración de modelos SPI*, este marco ha sido adaptado e implementado dentro de una microempresa donde los resultados confirman que se ha mejorado la satisfacción laboral ( $H_2$ ). También mejoró el clima de trabajo en equipo ( $H_2$ ). Finalmente, y en menor medida, hay una mejora en la comunicación ( $H_1$ ).

La evidencia empírica sugiere que a través de los procesos que fueron definidos e implementados con el marco propuesto, se ha generado un cambio positivo en la comunicación ( $H_1$ ). En el caso y artefactos generados se ha observado que se ha mejorado sobre todo aspectos tales como la retroalimentación personal ( $t(7)=-2.7143$ ,  $p<0.05$ ), integración organizacional ( $t(7)= -2.2857$ ,  $p<0.05$ ), comunicación con los jefes ( $t(7)=-2.0000$ ,  $p<0.05$ ) y

calidad de los medios ( $t(7)=-2.4286$ ,  $p<0.05$ ), lo que ha impulsado una mayor frecuencia en las reuniones y un cambio en su dinámica. Esto es relevante dado que ha sido reconocido que la comunicación es un factor clave que afecta a muchos aspectos del proceso de desarrollo de software (Cockburn, 2006; DeFranco & Laplante, 2017; Pedrycz et al., 2011; Storey, Zagalsky, Filho, Singer, & German, 2017). De hecho, los resultados tienden a ser significativos no solo por el análisis estadístico, sino porque se refleja en los comentarios de miembros del equipo que participó en esta investigación, por ejemplo uno de ellos afirma que *“no la cambiaría porque la comunicación es buena”* cuando antes de la implantación del marco indicaba que para mejorar su satisfacción con la comunicación sería importante *“reuniones donde se pueda expresar sugerencias”*. Esto indica que el marco tuvo un impacto en la calidad de la comunicación que afecta la confianza, se debe fundamentalmente a una comunicación abierta, lo cual es consistente con los hallazgos de Lowry, Zhang, Zhou, & Fu (2010) en su experimento sobre la confianza en grupos. En cuanto al cambio percibido en la comunicación un buen ejemplo es el comentario de otro participantes que inicialmente advirtió la necesidad de *“mayor precisión y claridad [en la comunicación]”* para después de la implantación indicar que serían oportunas *“reuniones informales”*. Lo anterior se explica porque el marco promueve la interacción cara a cara. Estos resultados están en acuerdo con los hallazgos de la encuesta llevada a cabo por Storey, Zagalsky, Filho, Singer, & German (2017), la cual indica que las interacciones cara a cara fueron consideradas muy importantes por los encuestados. Los desarrolladores pueden recibir retroalimentación rápida de sus compañeros de trabajo que facilita hablar de problemas complejos, discutir ideas y tomar decisiones de diseño.

Asimismo, no debe sorprender que la evidencia de mejoras en los niveles de satisfacción laboral ( $H_2$ ) se fundamenta en mayor medida en la satisfacción intrínseca ( $t(7)=-1.7143$ ,  $p<0.05$ ) que en la satisfacción extrínseca ( $t(7)= -1.1429$ ,  $p<0.05$ ), porque el marco se enfoca en la satisfacción intrínseca. Ambos hechos se ven reflejados también en un cambio positivo en la valoración de varios aspectos del clima de trabajo en equipo, es decir, que la puesta en marcha del marco propuesto representa para una microempresa un mecanismo dinamizador del factor humano. Lo anterior es también relevante, dado que ha sido reconocido que los factores humanos juegan un rol importante en el desarrollo de software (Amrit, Daneva, & Damian, 2014), vital para el proceso de desarrollo de software (Capretz, 2014) y la mejora del proceso de desarrollo de software (Viana et al., 2012).

El análisis del clima de trabajo en equipo revela mejoras que están respaldadas por el hecho de que existen diferencias que tienden a ser significativas en tres de las cuatro variables analizadas comparando las fases “pre” y “post” (Seguridad en la participación ( $t(7)= -3.0000$ ,  $p<0.05$ ), Visión de Equipo ( $t(7)= -2.5714$ ,  $p<0.05$ ), y Orientación a la Tarea ( $t(7)= -3.0000$ ,  $p<0.05$ ). Cabe mencionar que los dos primeros factores han sido hallados significativamente relacionados con una mejor calidad de software, pero aún si se promueven estos factores no hay garantía de que el equipo produzca un software de alta calidad (Acuña et al., 2008). La Seguridad en la participación corresponde a un clima de equipo en el que los miembros se sienten cómodos intercambiando preguntas, opiniones, ideas, etc. y la Visión de Equipo a un clima de equipo cohesivo, donde los objetivos están claramente definidos y compartidos y el trabajo en equipo es el medio preferido para alcanzar los objetivos. Como se puede notar, esto es consistente con los comentarios de los participantes antes mencionados. No obstante, cabe también señalar que la adopción del marco no afecta de manera significativa a los otros siete factores estudiados para el clima de trabajo en equipo, aunque es cierto que en tres de ellos la media ha aumentado y la desviación típica es ligeramente inferior pero no son estadísticamente significativa según los resultados de la prueba t de Student.

En cuanto a la evidencia proporcionada por los resultados del Affective Slider, se puede decir que aunque no es concluyente, apoya la idea de que el marco puede por sí mismo generar en quienes lo utilicen una emoción de valencia/placer y activación/excitación que a su vez puede

desencadenar una buena predisposición para su adopción. Esto se apoya en el hecho de que las emociones tienen un impacto en las actividades de procesamiento cognitivo de los individuos y su desempeño en el trabajo (Graziotin et al., 2015). En efecto, se ha establecido que las tareas de desarrollo de software se llevan a cabo a través de actividades de procesamiento cognitivo (Colomo-Palacios et al., 2011; Graziotin et al., 2015). Por tanto la gestión de las emociones es importante, y se ha tratado de integrar en el diseño del marco propuesto.

Por otro lado, varias de las técnicas integradas en el marco propuesto en esta investigación (véase Apéndice A. Relación de técnicas y factores humanos) abordan seis de los ocho principales factores ambientales que Jia, Zhang, & Capretz (2016) hallaron en su reciente investigación sobre el comportamiento de toma de decisiones individual. Ellos señalan que este aspecto puede afectar la calidad de un proyecto de software y es adaptable al entorno en el que se encuentra el individuo. En la lista de referencia se encuentran: *autonomía*, identidad de la tarea, *comunicación*, importancia de la tarea, *empoderamiento*, *recompensa e incentivos financieros*, *retroalimentación*, y *reconocimiento*. En consecuencia, el marco proporciona herramientas que pueden ayudar a los administradores a percibir, comprender e incluso guiar el comportamiento individual en la toma de decisiones.

Finalmente, es importante considerar algunas limitaciones metodológicas a las que se enfrentó este trabajo de investigación, una de las que se destaca es la naturaleza y tamaño de la microempresa participante, no obstante a esta limitación, se puede notar que se requiere un enfoque progresivo y continuo para la implementación del marco, de forma que se ajuste constantemente a las necesidades de la organización y no se deteriore. Otra limitación está en las propiedades de los instrumentos de medición y el hecho de que son auto-evaluaciones, pero esta se minimizó utilizando instrumentos cuya validez ha sido probada en investigaciones previas. Además, en algunas distribuciones de los datos no se ha podido contrastar que siguen una distribución normal, lo cual puede atribuirse al tamaño de la muestra que por ser pequeño es insuficiente para ser concluyente. Sin embargo, cabe notar que los resultados están también sustentados y son coherentes con el análisis crítico de la literatura revisada en esta investigación.



## Parte IV Conclusiones

---



## 11. Conclusions

This chapter starts by providing a brief overview of the central considerations and motivations of this study. Thereafter, the research hypotheses and the postulated objectives are revisited in light of the data collected, analyzed and evaluated in this study. The main contributions of the thesis and the benefits that the proposed framework can provide to small companies are also presented. This chapter concludes by highlighting some of the limitations of this research and the potentials for future applications, along with recommendations for future research.

The importance of this study is based on the importance of small software companies in the software industry. Demand of software has been increased in last few decades but detrimental decrease is observed in delivering successful software from development houses (Gilal, Jaafar, Omar, Basri, & Waqas, 2016). Several past studies have attributed this decrease due to human factor issues (Capretz & Ahmed, 2010; Gila et al., 2014). Human aspects of software engineering is a growing area of research that has been recognized as important for along time (Lenberg et al., 2015). Even though research that considers them has been growing in the past decade, these aspects should be more generally recognized and considered. Nevertheless, the study of human factors in software engineering won't be a silver bullet that solves all problems, it will offer different insights and fresh approaches to answering open questions in software engineering (Capretz, 2014).

Three main aims have been pursued in relation to the solution devised:

- to keep the lifecycle software process functionally agnostic to any methodology or method of software development,
- to integrate human factors on a regular basis (daily) in order to enhance small companies' ability to improve, and
- to ensure the validity of the solution.

Therefore, this thesis presents an approach which integrates international standards in a comprehensive, yet practical, framework. The proposed framework is called Samay it is designed as a core in order to allow the team members to adopt a comprehensive software development process that incorporates techniques that can be adapted to small companies' needs. Samay is simple, flexible, and easy to implement so each element can be incorporated gradually and tailored according to the needs of small companies. In this sense, the techniques should be selected considering what every small company can do and project needs as there is more than one technique for the same purpose. The techniques are grouped in accordance with the seven phases of the software development process and provide concrete actions and a set of guidelines.

### 11.1 Revisiting the research objective and hypotheses

The presented thesis introduced a Framework (Samay) that was validated by experts and evaluated in real-world organizational settings. As part of this work the following research objectives have been accomplished:

**Objective 1.** Identify best practices in the software development process and success factors, especially human factors that facilitate the adoption of SPI models in the microenterprise environment.

This objective was accomplished by analysing and specifying the relevant subject areas aforementioned and conducting a rigorous analysis of existing literature in these areas.

**Objective 2.** Devise and design a framework, based on study previously performed, that integrates the process and factors that facilitate the inclusion of SPI models.

Existing SPI initiatives were studied, analysed and then integrated together with a set of techniques into the proposed framework. To do so, an approach that follows good practices was developed and observed.

**Objective 3.** Develop a framework as an artefact that permits its adoption in the microenterprise environment.

The proposed framework was developed and described as a specific artefact that allows its adoption.

**Objective 4.** Validate the framework by experts in this research field.

The framework was validated by experts and it was subsequently adapted to incorporate expert feedback.

**Objective 5.** Implement the proposed framework in a case study.

The framework has been implemented in a software microenterprise

**Objective 6.** Evaluate the results of the implementation of the proposed framework

The evaluation results were discussed in the context of the case study.

In order to examine the relationship between business success and SPI in detail, two hypotheses were created for exploration in this research:

**Sub-hypothesis H<sub>1</sub>:** An instance of the framework represents a positive change in the perception that staff have about the communication among team members because it facilitates the performance of their tasks through techniques that influence human factors such as awareness, networking and commitment.

Using the empirical evidence gathered in this study, hypothesis H<sub>1</sub> has been proven: An instance of the framework is positively associated with the enhancement of communication in software small companies. This is the first study that was explicitly designed from the outset to trigger the human factors related with SPI in small software enterprises.

**Sub-hypothesis H<sub>2</sub>:** An instance of the framework represents a positive change in the perception that staff have about the job\_satisfaction because it promotes human factors such as positive attitude and motivation.

In the case of the second hypothesis H<sub>2</sub>, the data collected in this research is sufficient to support it then H<sub>2</sub> has been proven: An instance of the framework is positively associated with the positive change of the job satisfaction in software small companies. However, the evidence gathered in this study does suggest that in order to maximize the job satisfaction, the involvement of people may need to be in proportion to the degree of activity with the framework. In particular, people that present with a relatively high level of activity when compared with the recorded degree of interaction with the framework are also presenting as being the most satisfied people in the study.

## 11.2 Main research contributions

The key contributions of this research are classified into two aspects; theoretical and practical. From a theoretical point of view, to the best of our knowledge, this is the first published research study that considers human factors in small settings as an alternative mechanism in order to integrate SPI models and proposes a framework that includes a set of techniques which addressed this issue. This framework was built to accommodate a concrete way for understanding SPI models in PYMES. From a practical point of view, it was applied to reveal the positive effect on communication and job satisfaction among practitioners. This study provides support for the conceptual premise that a game based approach can be used successfully to train practitioners.

The main contributions of this work can be summarized as follows:

- The thesis includes a state-of-the-art analysis of relevant approaches in small companies from the areas of software process and software process improvement, frameworks and their success factors. This is a solid foundation for future research endeavours in this field.
- The motivation that has been provided for the development of the framework presents a good overview of needs and constraints in the area of SPI initiatives in the context of microenterprises. More than one point of view is taken into account — current software engineering research, the perceptions and opinions of practitioners and SPI approaches and software process standards—, the resultant framework can be considered to be broadly founded and potentially useful.
- The presented techniques in the different phases of the software process comprise a holistic and visual set of mechanisms associated with the comprehensive enhancement of the human factor.
- The positive validation of the framework by expert reveals the relevance of the topics of this thesis in this field.
- The evaluation of the framework in a real-world configuration provides a proof of the applicability and adaptability of the framework.

## 11.3 Benefits of the Proposed Framework

The benefits can be summarized in the following statement: the proposed framework provides a holistic and systematic approach to enhance human factors in small companies throughout the software process by means of practical visual tools. In more detail, the benefits are:

- The framework is based on international standards, and is agnostic. It also particularly focuses on small software enterprise to integrate software work in daily basis.
- The framework provides a blueprint for making the change management of a software small company by means of a set of artifacts (easy to use) associated with each technique (e.g., a Graphic Gameplan could be created through brainstorming during opportunity phase).
- The modular approach of the framework allows a gradual introduction with only one or some of the specified elements considered a relevant option.
- Furthermore, the modular approach allows the extension of the framework with techniques from others areas (e.g., visual tools such empathy maps).
- The expert validation demonstrates that the framework was met with a good degree of acceptance by experts in the field.
- The evaluation approach can serve as a guide for the introduction of the framework in new organizations.

## 11.4 Research limitations

The mayor limitations lie in the difficulty of conducting research in small companies. In this study, the triangulation is a technique used to ensure the validity and credibility of the results. The methodological triangulation is based on theory of existing frameworks, expert review, and a case study. The results of the review by the four experts following the methodology explained in section 9.2.1 supported the view that Samay could support practitioners when small software companies want to start improving their ways of work. Furthermore, several minor changes, such as the wording and diagram, were made based on the suggestions by the experts.

Regarding the case study research methodology, section 9.3.1 provides a brief description. Although a case study is an expensive method to conduct that takes a great deal of time to collect and analyze the data in a scientific way, the use of it is valuable because of its holistic approach. In this sense, one key concern regarding the case study is the lack of rigor but it is minimized following a protocol based on Runeson et al. (2012).

Despite the fact that every effort has been taken to ensure that the reference frameworks for the investigation are essential, fit-for-purpose and leading edge in their respective fields (and the expert feedback indicates that the methodology and objectives are appropriate), no framework can claim to be widely accepted. Therefore, the study is limited in that there is a possibility that some aspects of the software development process and human factors in small companies could have been overlooked. In fact, the set of techniques included in this framework could be modified or extended to fit the interests of a particular setting.

## 11.5 Further research

In the initial stage, this study was conceptually focused on the collection of empirical evidence regarding the adoption of SPI models in software microenterprises. However, as the study design unfolded and the concept developed more substance, it became apparent that an examination of the adoption of SPI models in small companies would be incomplete without a previous investigation of the software process and human factors affecting it. To the surprise of the researcher and despite the increasing references to the importance of people in the literature, no general reference framework of the human factors affecting the software development process had earlier been developed. As a result, this study systematically developed an initial reference framework of the human factors affecting the entire software development process.

Although the human factors reference framework developed as part of this research is broader in scope than any existing related reference framework, this general area deserves much additional future research. In fact, there are plenty of possibilities to extend the proposed framework. Perhaps, the most obvious future work is to see if these findings are true in more organizations. In particular, the framework makes up a set of techniques that can be extended or modify regarding with the particular setting. Therefore, another important future research should focus on extending the framework and getting general agreement on the recommendations of use of the techniques. In this sense, further important future research should focus on identifying the associations between human factors and situational context. The development of a model of the relationship between characteristics of software development settings and the human factors would represent a valuable contribution to the field of software development. Although the development of such a resource would represent a very large undertaking, it is the view of this researcher that eventually our field must make greater strides to incorporate the important role of the human factor into software process and SPI. The general domain of human factors affecting the software development process and SPI can be seen as being strategically important to the future of this area. Apart from that, strengthening the effectiveness of the software process in supporting the business success requires more

research, its linkage to formal user satisfaction measurement, product quality, continuous improvement and, most importantly, how to ensure its permanence and evolution

In addition to researching the role and scope of the human factors, much additional evidence of their benefits along a strong software development process focus would greatly incentivize software development companies to invest in this field. This researcher has witnessed first-hand the struggle to convince software development organizations of the benefits of the human factors in software processes and SPI. However, if compelling evidence of the benefits of human factors in software processes and SPI was to be accumulated and distributed to practitioners, then the commitment to them in practice would be greatly increased. Therefore, it is the view of this researcher that there is much value to be obtained through future empirical studies into the benefits of the human factors in software processes and SPI.

Besides, due to the fact that software development has become a global business, cross-cultural software development teams (CCSDT) have been popular in recent years. According to Chow & Huang (2017), more and more CCSDT are formed, many challenges and issues have been raised in those cross-cultural environments stemming from miscommunication, misunderstanding, cultural differences and conflicts. Therefore, further research is still needed regarding this theme, and these are the future challenges for this research: to tailor the proposed framework for CCSDT.

Finally, it should be stressed that a SPI initiative can be successful for a host of reasons, not all of which are related to human factors. For example, the SPI initiative can be successful because of the talent of its individuals, its commitment to quality and general business accountability. These particular considerations are not directly related to SPI. Therefore, the talent of individuals could be the primary drivers for the integration of a SPI model rather than the distinct human factors that the author has examined in this research. Future valuable research could examine the influence of these primary drivers on SPI initiatives.



## Bibliografía

- Abrahamsson, P., Oza, N., & Siponen, M. T. (2010). Agile Software Development Methods: A Comparative Review. In T. Dingsøyr, T. Dybå, & N. B. Moe (Eds.), *Agile Software Development* (pp. 31–59). Springer Berlin Heidelberg.
- Acuña, S. T., Gómez, M., Hannay, J. E., Juristo, N., & Pfahl, D. (2015). Are team personality and climate related to satisfaction and software quality? Aggregating results from a twice replicated experiment. *Information and Software Technology*, 57, 141–156. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2014.09.002>
- Acuña, S. T., Gómez, M., & Juristo, N. (2008). Towards understanding the relationship between team climate and software quality—a quasi-experimental study. *Empirical Software Engineering*, 13(4), 401. <https://doi.org/10.1007/s10664-008-9074-8>
- Acuña, S. T., Gómez, M., & Juristo, N. (2009). How do personality, team processes and task characteristics relate to job satisfaction and software quality? *Information and Software Technology*, 51(3), 627–639. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2008.08.006>
- Acuña, S. T., Juristo, N., & Moreno, A. M. (2006). Emphasizing human capabilities in software development. *IEEE Software*, 23(2), 94–101. <https://doi.org/10.1109/MS.2006.47>
- Ahmed, F., Capretz, L., Bouktif, S., & Campbell, P. (2013). Soft Skills and Software Development: A Reflection from the Software Industry. *Journal of Information Processing and Management (IJIPM)*, 4(3), 171–191. <https://doi.org/10.4156/ijipm.vol14.issue3.17>
- Amrit, C., Daneva, M., & Damian, D. (2014). Human factors in software development: On its underlying theories and the value of learning from related disciplines. A guest editorial introduction to the special issue. *Information and Software Technology*, 56(12), 1537–1542. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2014.07.006>
- Anderson, N. R., & West, M. A. (1998). Measuring climate for work group innovation: development and validation of the team climate inventory. *Journal of Organizational Behavior*, 19(3), 235–258. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1379\(199805\)19:3<235::AID-JOB837>3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1379(199805)19:3<235::AID-JOB837>3.0.CO;2-C)
- Angkananon, K., Wald, M., & Gilbert, L. (2014). User Evaluation of Technology Enhanced Interaction Framework. In *Computers Helping People with Special Needs* (pp. 267–274). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-08599-9\\_41](https://doi.org/10.1007/978-3-319-08599-9_41)
- Antunes, P., Sapateiro, C., Pino, J. A., Herskovic, V., & Ochoa, S. F. (2010). Awareness Checklist: Reviewing the Quality of Awareness Support in Collaborative Applications. In *Collaboration and Technology* (pp. 202–217). Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-15714-1\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-642-15714-1_16)
- Appelo, J. (2010). *Management 3.0: Leading Agile Developers, Developing Agile Leaders*. Addison-Wesley Professional.
- Appelo, J. (2014). *#Workout: Games, Tools & Practices to Engage People, Improve Work, and Delight Clients*. Happy Melly Express.
- Armour, P. G. (2002). The spiritual life of projects. *Communications of the ACM*, 45(1). <https://doi.org/10.1145/502269.502280>
- Ayyagari, M., Beck, T., & Demirgüç-Kunt, A. (2003). *Small and Medium Enterprises across the Globe: A New Database*. The World Bank. Retrieved from <http://elibrary.worldbank.org/doi/book/10.1596/1813-9450-3127>
- Baddoo, N., & Hall, T. (2003). De-motivators for software process improvement: an analysis of practitioners' views. *Journal of Systems and Software*, 66(1), 23–33. [https://doi.org/10.1016/S0164-1212\(02\)00060-2](https://doi.org/10.1016/S0164-1212(02)00060-2)
- Balalaie, A., Heydarnoori, A., & Jamshidi, P. (2016). Microservices Architecture Enables DevOps: Migration to a Cloud-Native Architecture. *IEEE Software*, 33(3), 42–52. <https://doi.org/10.1109/MS.2016.64>
- Basili, V. R., Rombach, D., Schneider, K., Kitchenham, B., Pfahl, D., & Selby, R. W. (Eds.). (2007). *Empirical software engineering issues: Critical assessment and future directions: international workshop*. Berlin ; New York: Springer.
- Basri, S., & O'Connor, R. V. (2010). Understanding the perception of very small software companies towards the adoption of process standards. In A. Riel, R. V. O'Connor, S.

- Tichkiewitch, & R. Messnarz (Eds.), *Systems, Software and Services Process Improvement* (Vol. 99, pp. 153–164). Springer.
- Basri, S., & O'Connor, R. V. (2011). A study of knowledge management process practices in very small software companies. *American Journal of Economics and Business Administration*, 3(4), 636–644.
- Bass, L., Weber, I., & Zhu, L. (2015). *DevOps: A Software Architect's Perspective* (1st ed.). Addison-Wesley Professional.
- Bayona, S., Calvo-Manzano, J. A., & San Feliu, T. (2012). Critical Success Factors in Software Process Improvement: A Systematic Review. In *Software Process Improvement and Capability Determination* (pp. 1–12). Springer. Retrieved from [http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-30439-2\\_1](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-30439-2_1)
- Bayona, S., Calvo-Manzano, J., Cuevas, G., & San Feliu, T. (2010). Taxonomía de factores críticos para el despliegue de procesos software. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92218768001>
- Beel, J., Langer, S., Kapitsaki, G., Breiting, C., & Gipp, B. (2015). Exploring the Potential of User Modeling Based on Mind Maps. In F. Ricci, K. Bontcheva, O. Conlan, & S. Lawless (Eds.), *User Modeling, Adaptation and Personalization* (pp. 3–17). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-20267-9\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-20267-9_1)
- Benbasat, I., Goldstein, D., & Mea, M. (1987). The Case Research Strategy in Studies of Information Systems. *MIS Quarterly*, 11(3), 369–386. <https://doi.org/10.2307/248684>
- Betella, A., & Verschure, P. F. M. J. (2016). The Affective Slider: A Digital Self-Assessment Scale for the Measurement of Human Emotions. *PLOS ONE*, 11(2), e0148037. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148037>
- Bia, A., Muñoz, R., & Gómez, J. (2010). Using Mind Maps to Model Semistructured Documents. In M. Lalmas, J. Jose, A. Rauber, F. Sebastiani, & I. Frommholz (Eds.), *Research and Advanced Technology for Digital Libraries* (pp. 421–424). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-15464-5\\_47](https://doi.org/10.1007/978-3-642-15464-5_47)
- Biro, M., Colomo-Palacios, R., & Messnarz, R. (2012). Editorial: European Systems and Software Process Improvement and Innovation (EuroSPI). *IET Software*, 6(5), 403–404. <https://doi.org/10.1049/iet-sen.2012.0141>
- Bjarnason, E., Smolander, K., Engström, E., & Runeson, P. (2014). Alignment Practices Affect Distances in Software Development: A Theory and a Model. In *Proceedings of the 3rd SEMAT Workshop on General Theories of Software Engineering* (pp. 21–31). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2593752.2593757>
- Boehm, B., & Turner, R. (2003). *Balancing Agility and Discipline: A Guide for the Perplexed*. Boston: Addison-Wesley.
- Bollaert, H., & Petit, V. (2010). Beyond the dark side of executive psychology: Current research and new directions. *European Management Journal*, 28(5), 362–376. <https://doi.org/10.1016/j.emj.2010.01.001>
- Borro-Escribano, B., Torrente, J., del Blanco, A., Fernández-Manjon, B., Martínez-Alpuente, I., & Matesanz, R. (2014). Expert user validation of transplant management procedure simulations. In *2014 IEEE 3rd International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)* (pp. 1–8). <https://doi.org/10.1109/SeGAH.2014.7067099>
- Brereton, P., Kitchenham, B., Budgen, D., & Li, Z. (2008). Using a Protocol Template for Case Study Planning. In *Proceedings of the 12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering* (pp. 41–48). Swinton, UK, UK: British Computer Society. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2227115.2227120>
- Buglione, L., & Abran, A. (2013). Improving the User Story Agile Technique Using the INVEST Criteria. In *2013 Joint Conference of the 23rd International Workshop on Software Measurement and the 2013 Eighth International Conference on Software Process and Product Measurement (IWSM-MENSURA)* (pp. 49–53). <https://doi.org/10.1109/IWSM-Mensura.2013.18>
- Burch, G. S. J., & Anderson, N. (2004). Measuring person-team fit: development and validation of the team selection inventory. *Journal of Managerial Psychology*, 19(4), 406–426.
- Büyükközan, G., & Görener, A. (2015). Evaluation of product development partners using an integrated AHP-VIKOR model. *Kybernetes*, 44(2), 220–237. <https://doi.org/10.1108/K-01-2014-0019>

- Buzan, T., & Griffiths, C. (2013). *Mind Maps for Business, 2nd Edition* (2nd ed.). Pearson International. Retrieved from <http://proquest.safaribooksonline.com/book/personal-productivity/9780273784357>
- Cabero Almenara, J., & Llorente Cejudo, M. del C. (2013). La aplicación del juicio de experto como técnica de evaluación de las tecnologías de la información y comunicación (TIC). *Revista de Tecnología de Información Y Comunicación En Educación*, 7(2), 11–22.
- Calderón, A., & Ruiz, M. (2016). Coverage of ISO/IEC 12207 Software Lifecycle Process by a Simulation-Based Serious Game. In *Proceedings 16th International Conference on Software Process Improvement and Capability dEtermination (SPICE 2016)* (pp. 59–70). Dublin: Springer-Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-38980-6\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-319-38980-6_5)
- Calisir, F., Gumussoy, C. A., & Iskin, I. (2009). Factors affecting intention to quit among IT professionals. In *2009 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management* (pp. 49–53). <https://doi.org/10.1109/IEEM.2009.5373453>
- Capretz, L. F. (2003). Personality types in software engineering. *International Journal of Human-Computer Studies*, 58(2), 207–214. [https://doi.org/10.1016/S1071-5819\(02\)00137-4](https://doi.org/10.1016/S1071-5819(02)00137-4)
- Capretz, L. F. (2014). Bringing the Human Factor to Software Engineering. *IEEE Software*, 31(2), 104–104. <https://doi.org/10.1109/MS.2014.30>
- Capretz, L. F., & Ahmed, F. (2010). Making Sense of Software Development and Personality Types. *IT Professional*, 12(1), 6–13. <https://doi.org/10.1109/MITP.2010.33>
- Capretz, L. F., Varona, D., & Raza, A. (2015). Influence of personality types in software tasks choices. *Computers in Human Behavior*, 52, 373–378. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.05.050>
- Casado-Lumbreras, C., Colomo-Palacios, R., Gomez-Berbis, J. M., & García-Crespo, Á. (2009). Mentoring programmes: a study of the Spanish software industry. *International Journal of Learning and Intellectual Capital*, 6(3), 293–302. <https://doi.org/10.1504/IJLIC.2009.025046>
- Cater-Steel, A. P. (2000). COTS developers lead best practice adoption. In *Conference on Software Engineering*. (pp. 23–30). Los Alamitos, CA. <https://doi.org/10.1109/ASWEC.2000.844555>
- Cater-Steel, A., & Toleman, M. (2006). Exploring national culture in software development practices. *EuroSPI 2006 Industrial Proceedings*, 4–1.
- Charette, R. N. (2005). Why Software Fails, 42(9), 42–49.
- Chow, I., & Huang, L. (2017). A Software Gamification Model for Cross-Cultural Software Development Teams. In *Proceedings of the 2017 International Conference on Management Engineering, Software Engineering and Service Sciences* (pp. 1–8). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/3034950.3034955>
- Christiansen, M., & Johansen, J. (2008). ImprovAbility™ guidelines for low-maturity organizations. *Software Process: Improvement and Practice*, 13(4), 319–325. <https://doi.org/10.1002/spip.393>
- Claps, G. G., Berntsson Svensson, R., & Aurum, A. (2015). On the journey to continuous deployment: Technical and social challenges along the way. *Information and Software Technology*, 57, 21–31. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2014.07.009>
- Clarke, P., & O'Connor, R. V. (2012a). Business success in software SMEs: Recommendations for future SPI studies. In D. Winkler, R. V. O'Connor, & R. Messnarz (Eds.), *EuroSPI 2012* (Vol. 301, pp. 1–12). Heidelberg: Springer.
- Clarke, P., & O'Connor, R. V. (2012b). The influence of SPI on business success in software SMEs: An empirical study. *Journal of Systems and Software*, 85(10), 2356–2367.
- Clarke, P., & O'Connor, R. V. (2012c). The situational factors that affect the software development process: Towards a comprehensive reference framework. *Information and Software Technology*, 54(5), 433–447. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2011.12.003>
- Clarke, P., & O'Connor, R. V. (2013). An empirical examination of the extent of software process improvement in software SMEs: EMPIRICAL EXAMINATION OF THE EXTENT OF SPI IN SOFTWARE SMES. *Journal of Software: Evolution and Process*, 25(9), 981–998. <https://doi.org/10.1002/smr.1580>
- Cockburn, A. (2006). *Agile Software Development: The Cooperative Game, Second Edition* (Second). Addison-Wesley Professional. Retrieved from <http://proquest.safaribooksonline.com/book/software-engineering-and-development/agile-development/0321482751>
- Cohn, M. (2005). *Agile Estimating and Planning*. Prentice Hall.

- Coleman, G., & O'Connor, R. (2006). Software Process in Practice: A Grounded Theory of the Irish Software Industry. In I. Richardson, P. Runeson, & R. Messnarz (Eds.), *EuroSPI 2006* (pp. 28–39). Springer-Verlag.
- Coleman, G., & O'Connor, R. (2008a). Investigating software process in practice: A grounded theory perspective. *Journal of Systems and Software*, *81*(5), 772–784. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2007.07.027>
- Coleman, G., & O'Connor, R. V. (2008b). An investigation into software development process formation in software start-ups. *Journal of Enterprise Information Management*, *21*(6), 633–648.
- Colomo-Palacios, R., Casado-Lumbreras, C., Soto-Acosta, P., & García-Crespo, Á. (2011). Using the affect grid to measure emotions in software requirements engineering. *Journal of Universal Computer Science*, *17*(9), 1281–1298.
- Colomo-Palacios, R., Casado-Lumbreras, C., Soto-Acosta, P., & García-Crespo, Á. (2013). Decisions in software development projects management. An exploratory study. *Behaviour & Information Technology*, *32*(11), 1077–1085. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2011.630414>
- Colomo-Palacios, R., Casado-Lumbreras, C., Soto-Acosta, P., García-Peñalvo, F. J., & Tovar-Caro, E. (2013). Competence gaps in software personnel: A multi-organizational study. *Computers in Human Behavior*, *29*(2), 456–461. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.04.021>
- Colomo-Palacios, R., Tovar-Caro, E., García-Crespo, Á., & Gómez-Berbís, J. M. (2010). Identifying Technical Competences of IT Professionals: The Case of Software Engineers. *International Journal of Human Capital and Information Technology Professionals*, *1*(1), 31–43. <https://doi.org/10.4018/jhcitp.2010091103>
- Covey, S. (2004). *The 7 Habits of Highly Effective People* (Free Press). New York.
- Creswell, J. W. (2009). *Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (3rd ed). Thousand Oaks, Calif: Sage Publications.
- Cruz, S., da Silva, F. Q. B., & Capretz, L. F. (2015). Forty years of research on personality in software engineering: A mapping study. *Computers in Human Behavior*, *46*, 94–113. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.12.008>
- Csikszentmihalyi, M. (2008). *Flow: the psychology of optimal experience*. New York: Harper Perennial Modern Classics.
- Davis, B. (2012). *Agile Practices for Waterfall Projects*. J. Ross Publishing.
- De Winter, J. C. (2013). Using the Student's t-test with extremely small sample sizes. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, *18*(10).
- DeFranco, J. F., & Laplante, P. A. (2017). Review and Analysis of Software Development Team Communication Research. *IEEE Transactions on Professional Communication*, *60*(2), 165–182. <https://doi.org/10.1109/TPC.2017.2656626>
- DeLong, T. J. (2011). *Flying Without a Net: Turn Fear of Change into Fuel for Success*. Boston, Mass: Harvard Business Review Press.
- del-Río-Ortega, A., Resinas Arias de Reyna, M., Durán Toro, A., & Ruiz-Cortés, A. (2012). Defining Process Performance Indicators by Using Templates and Patterns. In A. Barros, A. Gal, & E. Kindler (Eds.), *Business Process Management* (pp. 223–228). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-32885-5\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-642-32885-5_18)
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (Eds.). (2011). Paradigmatic controversies, contradictions, and emerging confluences, revisited. In *The Sage Handbook of Qualitative Research* (4th ed.). SAGE Publications, Inc.
- Downs, C. W., & Adrian, A. D. (2012). *Assessing Organizational Communication: Strategic Communication Audits*. Guilford Press.
- Drucker, P. F. (2008). *Management* (Revised edition). New York, NY: HarperBusiness.
- Dubé, L., & Paré, G. (2003). Rigor in Information Systems Positivist Case Research: Current Practices, Trends, and Recommendations. *MIS Q.*, *27*(4), 597–635.
- Dyba, T., Kampenes, V. B., & Sjøberg, D. I. K. (2006). A systematic review of statistical power in software engineering experiments. *Information and Software Technology*, *48*(8), 745–755. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2005.08.009>
- Dyer, W. G., & Wilkins, A. L. (1991). Better Stories, Not Better Constructs, to Generate Better Theory: A Rejoinder to Eisenhardt. *The Academy of Management Review*, *16*(3), 613–619. <https://doi.org/10.2307/258920>
- Elberzhager, F., Arif, T., Naab, M., Süß, I., & Koban, S. (2017). From Agile Development to DevOps: Going Towards Faster Releases at High Quality – Experiences from an

- Industrial Context. In *Software Quality. Complexity and Challenges of Software Engineering in Emerging Technologies* (pp. 33–44). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-49421-0\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-49421-0_3)
- Erich, F., Amrit, C., & Daneva, M. (2014). Cooperation Between Information System Development and Operations: A Literature Review. In *Proceedings of the 8th ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement* (p. 69:1–69:1). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2652524.2652598>
- Espinosa-Curiel, I. E., Rodríguez-Jacobo, J., & Fernández-Zepeda, J. A. (2010). Graphical Technique to Support the Teaching/Learning Process of Software Process Reference Models. In A. Riel, R. O'Connor, S. Tichkiewitch, & R. Messnarz (Eds.), *Systems, Software and Services Process Improvement* (pp. 13–24). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-15666-3\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-642-15666-3_2)
- European Commission. (2005). *The new SME definition*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Eurostat. (2016). Retrieved from [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics\\_explained/index.php/Information\\_and\\_communication\\_service\\_statistics\\_-\\_NACE\\_Rev.\\_](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Information_and_communication_service_statistics_-_NACE_Rev._)
- Fagerholm, F., Ikonen, M., Kettunen, P., Münch, J., Roto, V., & Abrahamsson, P. (2015). Performance Alignment Work: How software developers experience the continuous adaptation of team performance in Lean and Agile environments. *Information and Software Technology*, 64, 132–147. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2015.01.010>
- Feldt, R., Angelis, L., Torkar, R., & Samuelsson, M. (2010). Links between the personalities, views and attitudes of software engineers. *Information and Software Technology*, 52(6), 611–624. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2010.01.001>
- Fitzgerald, B., & Stol, K.-J. (2014). Continuous software engineering and beyond: trends and challenges. In *Proceedings of the 1st International Workshop on Rapid Continuous Software Engineering* (pp. 1–9). ACM. <https://doi.org/10.1145/2593812.2593813>
- Fleming, N. (2011). The bonus myth: How paying for results backfires. *New Scientist*, 210(2807), 40–43. [https://doi.org/10.1016/S0262-4079\(11\)60811-7](https://doi.org/10.1016/S0262-4079(11)60811-7)
- Flyvbjerg, B. (2006). Five Misunderstandings About Case-Study Research. *Qualitative Inquiry*, 12(2), 219–245. <https://doi.org/10.1177/1077800405284363>
- Fowler, M., & Lewis, J. (2014, March 25). Microservices. Retrieved from <https://martinfowler.com/articles/microservices.html>
- França, C., Sharp, H., & da Silva, F. Q. B. (2014). Motivated Software Engineers Are Engaged and Focused, While Satisfied Ones Are Happy. In *Proceedings of the 8th ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement* (p. 32:1–32:8). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2652524.2652545>
- Fuggetta, A., & Di Nitto, E. (2014). Software Process. In *Proceedings of the on Future of Software Engineering* (pp. 1–12). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2593882.2593883>
- García, I., Pacheco, C., & Calvo, J. A. (2014). Quantitative Project Management in Small and Medium-sized Software Enterprises. *Latin America Transactions, IEEE (Revista IEEE America Latina)*, 12(3), 508–513.
- Ghobadi, S. (2015). What drives knowledge sharing in software development teams: A literature review and classification framework. *Information & Management*, 52(1), 82–97. <https://doi.org/10.1016/j.im.2014.10.008>
- Giardino, C., Unterkalmsteiner, M., Paternoster, N., Gorschek, T., & Abrahamsson, P. (2014). What do we know about software development in startups? *Software, IEEE*, 31(5), 28–32.
- Gibbons, J. D., & Chakraborti, S. (2011). Nonparametric Statistical Inference. In M. Lovric (Ed.), *International Encyclopedia of Statistical Science* (pp. 977–979). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-04898-2\\_420](https://doi.org/10.1007/978-3-642-04898-2_420)
- Gila, A. R., Jaafa, J., Omar, M., & Tunio, M. Z. (2014). Impact of personality and gender diversity on software development teams' performance. In *2014 International Conference on Computer, Communications, and Control Technology (I4CT)* (pp. 261–265). <https://doi.org/10.1109/I4CT.2014.6914186>
- Gilal, A. R., Jaafar, J., Omar, M., Basri, S., & Waqas, A. (2016). A rule-based model for software development team composition: Team leader role with personality types and gender

- classification. *Information and Software Technology*, 74, 105–113. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2016.02.007>
- Glass, R. L., Vessey, I., & Ramesh, V. (2002). Research in software engineering: an analysis of the literature. *Information and Software Technology*, 44(8), 491–506. [https://doi.org/10.1016/S0950-5849\(02\)00049-6](https://doi.org/10.1016/S0950-5849(02)00049-6)
- Gómez, M., & Acuña, S. T. (2013). A replicated quasi-experimental study on the influence of personality and team climate in software development. *Empirical Software Engineering*, 19(2), 343–377. <https://doi.org/10.1007/s10664-013-9265-9>
- Gómez Pérez, M. N. (2010). *Estudios experimentales sobre la influencia de la personalidad y el clima en el desarrollo de software: Guías para gestión de equipos en proyectos de ingeniería del software*. Universidad Autónoma de Madrid, Madrid. Retrieved from [https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/4888/31775\\_gomez\\_perez\\_marta\\_nieves.pdf?sequence=1](https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/4888/31775_gomez_perez_marta_nieves.pdf?sequence=1)
- Gray, D., Brown, S., & Macanuso, J. (2010). *Gamestorming: A Playbook for Innovators, Rulebreakers, and Changemakers* (Edición: 1). Sebastopol, Calif.: O'Reilly Media.
- Graziotin, D., Fagerholm, F., Wang, X., & Abrahamsson, P. (2017). On the Unhappiness of Software Developers. *arXiv:1703.04993 [Cs]*. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1703.04993>
- Graziotin, D., Wang, X., & Abrahamsson, P. (2013). Are Happy Developers More Productive? In J. Heidrich, M. Oivo, A. Jedlitschka, & M. T. Baldassarre (Eds.), *Product-Focused Software Process Improvement* (pp. 50–64). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-39259-7\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-642-39259-7_7)
- Graziotin, D., Wang, X., & Abrahamsson, P. (2014). Happy software developers solve problems better: psychological measurements in empirical software engineering. *PeerJ*, 2, e289. <https://doi.org/10.7717/peerj.289>
- Graziotin, D., Wang, X., & Abrahamsson, P. (2015). Understanding the Affect of Developers: Theoretical Background and Guidelines for Psychoempirical Software Engineering. In *Proceedings of the 7th International Workshop on Social Software Engineering* (pp. 25–32). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2804381.2804386>
- Gulati, J., Bhardwaj, P., & Suri, B. (2015). Comparative Study of Personality Models in Software Engineering. In *Proceedings of the Third International Symposium on Women in Computing and Informatics* (pp. 209–216). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2791405.2791445>
- Gulati, J., Bhardwaj, P., Suri, B., & Lather, A. S. (2016). A Study of Relationship Between Performance, Temperament and Personality of a Software Programmer. *SIGSOFT Softw. Eng. Notes*, 41(1), 1–5. <https://doi.org/10.1145/2853073.2853089>
- Habra, N., Alexandre, S., Desharnais, J.-M., Laporte, C. Y., & Renault, A. (2008). Initiating software process improvement in very small enterprises. *Information and Software Technology*, 50(7–8), 763–771. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2007.08.004>
- Hall, T., Baddoo, N., Beecham, S., Robinson, H., & Sharp, H. (2009). A Systematic Review of Theory Use in Studies Investigating the Motivations of Software Engineers. *ACM Trans. Softw. Eng. Methodol.*, 18(3), 10:1–10:29. <https://doi.org/10.1145/1525880.1525883>
- Harbers, M., Detweiler, C., & Neerincx, M. A. (2015). Embedding Stakeholder Values in the Requirements Engineering Process. In S. A. Fricker & K. Schneider (Eds.), *Requirements Engineering: Foundation for Software Quality* (pp. 318–332). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-16101-3\\_23](https://doi.org/10.1007/978-3-319-16101-3_23)
- Herranz, E., Colomo-Palacios, R., de Amescua Seco, A., & Sánchez-Gordón, M.-L. (2016). Towards a Gamification Framework for Software Process Improvement Initiatives: Construction and Validation. *Journal of Universal Computer Science*, 22(12), 1509–1532.
- Hoda, R., Salleh, N., Grundy, J., & Tee, H. M. (2017). Systematic literature reviews in agile software development: A tertiary study. *Information and Software Technology*, 85, 60–70. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2017.01.007>
- Hoegl, M., & Gemuenden, H. G. (2001). Teamwork Quality and the Success of Innovative Projects: A Theoretical Concept and Empirical Evidence. *Organization Science*, 12(4), 435–449. <https://doi.org/10.1287/orsc.12.4.435.10635>
- Horn, C. (2006). How experience affects perception in Expert Decision-Making. *Perception*, 2, 1–10.
- Ibrahim, L., Wallmüller, E., & Daschner, W. (2016). Using Enterprise SPICE in Very Small Entities. In P. Clarke, R. V. O'Connor, T. Rout, & A. Dorling (Eds.), *Software Process*

- Improvement and Capability Determination* (pp. 423–430). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-38980-6\\_31](https://doi.org/10.1007/978-3-319-38980-6_31)
- ISO. (2011a). *Software engineering – Lifecycle profiles for Very Small Entities (VSEs) – Part One: Overview* (No. ISO/IEC TR 29110-1). Geneva.
- ISO. (2011b). *Software engineering – Lifecycle profiles for Very Small Entities (VSEs) Part 5-1-2: Management and engineering guide: Generic profile group: Basic Profile* (No. ISO/IEC TR 29110-5-1-2:2011(E)). Geneva.
- ISO. (2012). *ISO 10018 Quality Management - Guidelines on People Involvement and Competence*. Geneva.
- ISO. (2013). *TECHNICAL REPORT ISO/IEC TR 33014:2013 Information technology — Process assessment — Guide for process improvement* (No. ISO/IEC TR 33014:2013(E)). Geneva.
- ISO/IEC JTC1/SC7 N4991. (2011). *Final Study Group Report on the Revision of ISO/IEC 15504*.
- ISTQB. (2011). Certified Tester Foundation Level Syllabus.
- Jacobson, I., Ng, P.-W., McMahon, P. E., Spence, I., & Lidman, S. (2013). *The essence of software engineering: applying the SEMAT kernel*. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley.
- Jeners, S., Clarke, P., O'Connor, R. V., Buglione, L., & Lepmets, M. (2013). Harmonizing Software Development Processes with Software Development Settings – A Systematic Approach. In F. McCafery, R. V. O'Connor, & R. Messnarz (Eds.), *Systems, Software and Services Process Improvement* (pp. 167–178). Springer-Verlag. Retrieved from [http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-39179-8\\_15](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-39179-8_15)
- Ji, N., & Wang, J. (2012). A software project management simulation model based on team climate factors analysis. In *2012 International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering* (Vol. 3, pp. 304–308). <https://doi.org/10.1109/ICIII.2012.6339979>
- Jia, J., Zhang, P., & Capretz, L. F. (2016). Environmental factors influencing individual decision-making behavior in software projects: a systematic literature review. In *IEEE 9th International Workshop on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering (38th ICSE - CHASE 2016)* (pp. 86–92). ACM Press. <https://doi.org/10.1145/2897586.2897589>
- Johnson, J. (2002). *Keynote speech at Third International Conference on Extreme Programming*.
- Jones, C. (2008). Development practices for small software applications. *CrossTalk, The Journal of Defense Software Engineering*, 21(2), 9–13.
- Jørgensen, M., Boehm, B., & Rifkin, S. (2009). Software Development Effort Estimation: Formal Models or Expert Judgment? *IEEE Software*, 26(2), 14–19. <https://doi.org/10.1109/MS.2009.47>
- Jørgensen, M., Dybå, T., Liestøl, K., & Sjøberg, D. I. K. (2016). Incorrect results in software engineering experiments: How to improve research practices. *Journal of Systems and Software*, 116, 133–145. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2015.03.065>
- Kabaale, E., & Kituyi, G. M. (2015). A theoretical framework for requirements engineering and process improvement in small and medium software companies. *Business Process Management Journal*, 21(1), 80–99. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-01-2014-0002>
- Kautz, K. (1998). Software Process Improvement in Very Small Enterprises - Does it Pay? *Software Process: Improvement and Practice*, 4(4), 209–226.
- Kiely, G., Butler, T., & Finnegan, P. (2010). Coordinating Global Virtual Teams: Building Theory from a Case Study of Software Development. In B. Pernici (Ed.), *Advanced Information Systems Engineering* (pp. 281–295). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-13094-6\\_23](https://doi.org/10.1007/978-3-642-13094-6_23)
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering (version 2.3)* (EBSE Technical Report EBSE-2007-01). Keele University and Durham University. Retrieved from [http://cdn.elsevier.com/promis\\_misc/525444systematicreviewsguide.pdf](http://cdn.elsevier.com/promis_misc/525444systematicreviewsguide.pdf)
- Ko, A. J., DeLine, R., & Venolia, G. (2007). Information Needs in Collocated Software Development Teams. In *Proceedings of the 29th International Conference on Software Engineering* (pp. 344–353). Washington, DC, USA: IEEE Computer Society. <https://doi.org/10.1109/ICSE.2007.45>

- Korsaa, M., Biro, M., Messnarz, R., Johansen, J., Vohwinkel, D., Nevalainen, R., & Schweigert, T. (2012). The SPI manifesto and the ECQA SPI manager certification scheme. *Journal of Software: Evolution and Process*, 24(5), 525–540. <https://doi.org/10.1002/smr.502>
- Kosnik, T. (2010). *Build Winning Stakeholder Commitments*. Stanford Advanced Project Management.
- Kosti, M. V., Feldt, R., & Angelis, L. (2014). Personality, emotional intelligence and work preferences in software engineering: An empirical study. *Information and Software Technology*, 56(8), 973–990. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2014.03.004>
- Kouzari, E., Gerogiannis, V. C., Stamelos, I., & Kakarontzas, G. (2015). Critical success factors and barriers for lightweight software process improvement in agile development: A literature review. In *2015 10th International Joint Conference on Software Technologies (ICSOFT)* (Vol. 1, pp. 1–9).
- Kroeger, T. A., Davidson, N. J., & Cook, S. C. (2014). Understanding the characteristics of quality for software engineering processes: A Grounded Theory investigation. *Information and Software Technology*, 56(2), 252–271. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2013.10.003>
- Kuhrmann, M., & Beecham, S. (2014). Artifact-based Software Process Improvement and Management: A Method Proposal. In *Proceedings of the 2014 International Conference on Software and System Process* (pp. 119–123). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2600821.2600839>
- Kuhrmann, M., Konopka, C., Nellesmann, P., Diebold, P., & Münch, J. (2015). Software Process Improvement: Where is the Evidence?: Initial Findings from a Systematic Mapping Study. In *Proceedings of the 2015 International Conference on Software and System Process* (pp. 107–116). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2785592.2785600>
- Kuhrmann, M., & Méndez Fernández, D. (2015). From pragmatic to systematic software process improvement: an evaluated approach. *IET Software*, 9(6), 157–165. <https://doi.org/10.1049/iet-sen.2014.0190>
- Lakshman, M., Sinha, L., Biswas, M., Charles, M., & Arora, N. K. (2000). Quantitative Vs qualitative research methods. *The Indian Journal of Pediatrics*, 67(5), 369–377. <https://doi.org/10.1007/BF02820690>
- Lantz, B. (2013). The impact of sample non-normality on ANOVA and alternative methods. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 66(2), 224–244. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8317.2012.02047.x>
- Laporte, C. Y., Alexandre, S., & O'Connor, R. V. (2008). A Software Engineering Lifecycle Standard for Very Small Enterprises. In R. O'Connor, N. Baddoo, K. Smolander, & R. Messnarz (Eds.), *Proceedings of EuroSPI* (Vol. 16, pp. 129–141). Heidelberg: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-85936-9\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-540-85936-9_12)
- Laporte, C. Y., April, A., & Renault, A. (2006). Applying ISO/IEC software engineering standards in small settings: historical perspectives and initial achievements. In *Proceedings of SPICE Conference, Luxembourg*.
- Laporte, C. Y., & Houde, R. (2015). Open Source Systems Engineering Guides, Deployment Packages and Support Tools for Very Small Enterprises-A Case Study. Presented at the 25th Annual International Symposium of INCOSE (International Council on Systems Engineering), Seattle.
- Laporte, C. Y., & O'Connor, R. V. (2014). Designing systems engineering profiles for VSEs. Retrieved from <http://doras.dcu.ie/20276/>
- Laporte, C. Y., & O'Connor, R. V. (2016). Systems and Software Engineering Standards for Very Small Entities: Accomplishments and Overview. *Computer*, 49(8), 84–87. <https://doi.org/10.1109/MC.2016.242>
- Laporte, C. Y., O'Connor, R. V., & Fanmuy, G. (2013). International systems and software engineering standards for very small entities. *CrossTalk, The Journal of Defense Software Engineering*, 26(3), 28–33.
- Laporte, C. Y., O'Connor, R. V., & García Paucar, L. (2015). Software Engineering Standards and Guides for Very Small Entities: Implementation in two start-ups. In *to appear in proceedings of 10th International Conference on Evaluation of Novel Approaches to Software Engineering (ENASE 2015)*. Spain.
- Laporte, C. Y., O'Connor, R. V., & Paucar García, L. H. (2015). The Implementation of ISO/IEC 29110 Software Engineering Standards and Guides in Very Small Entities. In L. A. Maciaszek & J. Filipe (Eds.), *Evaluation of Novel Approaches to Software Engineering*

- (pp. 162–179). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-30243-0\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-30243-0_9)
- Laporte, C. Y., & Palza Vargas, E. (2011). The development of international standards to facilitate process improvements for very small entities. In S. S. M. Fauzi, M. H. N. M. Nasir, N. Ramli, & S. Sahibuddin (Eds.), *Software Process Improvement and Management: Approaches and Tools for Practical Development* (pp. 34–61). IGI Global.
- Laporte, C. Y., Renault, A., & Alexandre, S. (2008). The Application of International Software Engineering Standards in Very Small Enterprises. In H. Oktaba & M. Piattini (Eds.), *Software process improvement for small and medium enterprises techniques and case studies* (pp. 42–70). Hershey, New York: Information Science Reference.
- Larrucea, X., O'Connor, R. V., Colomo-Palacios, R., & Laporte, C. Y. (2016). Software Process Improvement in Very Small Organizations. *IEEE Software*, 33(2), 85–89. <https://doi.org/10.1109/MS.2016.42>
- Larrucea, X., Santamaría, I., & Colomo-Palacios, R. (2016). Assessing ISO/IEC29110 by means of ITMark: results from an experience factory. *Journal of Software: Evolution and Process*, 969–980. <https://doi.org/10.1002/smr.1795>
- Laryd, A., & Orci, T. (2000). Dynamic CMM for small organizations. In *First Argentine Symposium on Software Engineering (ASSE 2000)*.
- Lee, A. S., & Baskerville, R. L. (2003). Generalizing Generalizability in Information Systems Research. *Info. Sys. Research*, 14(3), 221–243. <https://doi.org/10.1287/isre.14.3.221.16560>
- Lee, S., & Yong, H.-S. (2013). Agile Software Development Framework in a Small Project Environment. *Journal of Information Processing Systems*, 9(1), 69–88. <https://doi.org/10.3745/JIPS.2013.9.1.069>
- Lee-Kelley, L., Blackman, D. A., & Hurst, J. P. (2007). An exploration of the relationship between learning organisations and the retention of knowledge workers. *The Learning Organization*, 14(3), 204–221. <https://doi.org/10.1108/09696470710739390>
- Leffingwell, D. (2010). *Agile Software Requirements: Lean Requirements Practices for Teams, Programs, and the Enterprise*. Addison-Wesley Professional.
- Lenberg, P., Feldt, R., & Wallgren, L. G. (2015). Behavioral software engineering: A definition and systematic literature review. *Journal of Systems and Software*, 107, 15–37. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2015.04.084>
- Lenberg, P., Feldt, R., & Wallgren, L.-G. (2014). Towards a Behavioral Software Engineering. In *Proceedings of the 7th International Workshop on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering* (pp. 48–55). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2593702.2593711>
- Lindsjörn, Y., Sjøberg, D. I. K., Dingsøy, T., Bergersen, G. R., & Dyba, T. (2016). Teamwork quality and project success in software development: A survey of agile development teams. *Journal of Systems and Software*, 122, 274–286. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2016.09.028>
- Locke, E. A., & Latham, G. P. (1990). Work Motivation and Satisfaction: Light at the End of the Tunnel. *Psychological Science (0956-7976)*, 1(4), 240–246.
- Lowry, P. B., Zhang, D., Zhou, L., & Fu, X. (2010). Effects of culture, social presence, and group composition on trust in technology-supported decision-making groups. *Information Systems Journal*, 20(3), 297–315. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2575.2009.00334.x>
- Lucassen, G., Dalpiaz, F., van der Werf, J. M. E. M., & Brinkkemper, S. (2016). The Use and Effectiveness of User Stories in Practice. In *Requirements Engineering: Foundation for Software Quality* (pp. 205–222). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-30282-9\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-319-30282-9_14)
- Mahmood, S., Anwer, S., Niazi, M., Alshayeb, M., & Richardson, I. (2017). Key factors that influence task allocation in global software development. *Information and Software Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2017.06.009>
- Matturro, G., & Saavedra, J. (2012). Considering People CMM for managing factors that affect software process improvement. *Latin America Transactions, IEEE (Revista IEEE America Latina)*, 10(2), 1603–1615. <https://doi.org/10.1109/TLA.2012.6187605>
- Mc Caffery, F., Taylor, P. S., & Coleman, G. (2007). Adept: A unified assessment method for small software companies. *Software, IEEE*, 24(1), 24–31.
- McCaffery, F., & Coleman, G. (2009). Lightweight SPI assessments: what is the real cost? *Software Process: Improvement and Practice*, 14(5), 271–278. <https://doi.org/10.1002/spip.430>

- McDonald, S., & Edwards, H. M. (2007). Who Should Test Whom? *Commun. ACM*, 50(1), 66–71. <https://doi.org/10.1145/1188913.1188919>
- McFall, D., Wilkie, F. G., McCaffery, F., Lester, N., & Sterritt, R. (2003). Software processes and process improvement in Northern Ireland. In *16th Int. Conf. Software & Systems Engineering and their Applications (ICSSEA 2003)* (pp. 1–10). Paris.
- Meliá, J., & Peiró, J. M. (1998). Cuestionario de Satisfacción Laboral S20/23. Retrieved from [http://www.uv.es/melajl/Research/Cuest\\_Satisf/S20\\_23.PDF](http://www.uv.es/melajl/Research/Cuest_Satisf/S20_23.PDF)
- Melnik, G., & Maurer, F. (2004). Direct verbal communication as a catalyst of agile knowledge sharing. In *Agile Development Conference, 2004* (pp. 21–31). <https://doi.org/10.1109/ADEV.2004.12>
- Merrill, P. (2012). Getting the best out of people - ISO 10018 aids ISO 9001 implementation. *ISO Focus+*, 28–31.
- Mete, E. S., Sökmen, A., & Biyik, Y. (2016). The Relationship between Organizational Commitment, Organizational Identification, Person-Organization Fit and Job Satisfaction: A Research on IT Employees. *International Review of Management and Business Research*, 5(3), 870–901.
- Meyer, J. P., & Seaman, M. A. (2013). A Comparison of the Exact Kruskal-Wallis Distribution to Asymptotic Approximations for All Sample Sizes up to 105. *The Journal of Experimental Education*, 81(2), 139–156. <https://doi.org/10.1080/00220973.2012.699904>
- Miles, M., & Huberman, A. (1984). *Qualitative Data analysis*. London, United Kingdom: SAGE.
- Mishra, D., & Mishra, A. (2009a). Effective communication, collaboration, and coordination in eXtreme Programming: Human-centric perspective in a small organization. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 19(5), 438–456. <https://doi.org/10.1002/hfm.20164>
- Mishra, D., & Mishra, A. (2009b). Software process improvement in SMEs: A comparative view. *Computer Science and Information Systems*, 6(1), 111–140. <https://doi.org/10.2298/CSIS0901111M>
- Mishra, D., Mishra, A., & Ostrovska, S. (2012). Impact of physical ambiance on communication, collaboration and coordination in agile software development: An empirical evaluation. *Information and Software Technology*, 54(10), 1067–1078. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2012.04.002>
- Moll, R. (2013, February). Being prepared – A bird’s eye view of SMEs and risk management. *ISO Focus+*.
- Moody, D. (2009). The “Physics ” of Notations: Toward a Scientific Basis for Constructing Visual Notations in Software Engineering. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 35(6), 756–779. <https://doi.org/10.1109/TSE.2009.67>
- Morales-Trujillo, M. E., Oktaba, H., & Piattini, M. (2015). The making of an OMG standard. *Computer Standards & Interfaces*, 42, 84–94. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2015.05.001>
- Moreno Campos, E. J., Sánchez-Gordón, M.-L., & Colomo-Palacios, R. (2013). ISO/IEC 29110: Current overview of the standard. *Revista de Procesos Y Métricas (RPM)*, 10(2), 24–40.
- Moreno-Campos, E., Sánchez-Gordón, M.-L., Colomo-Palacios, R., & de Amescua Seco, A. (2014). Towards Measuring the Impact of the ISO/IEC 29110 Standard: A Systematic Review. In *Proceedings of 21st EuroSPI 2014 Conference* (Vol. 425, pp. 1–12). Luxembourg: Springer-Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-43896-1\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-662-43896-1_1)
- Muller, S. C., & Fritz, T. (2015). Stuck and Frustrated or in Flow and Happy: Sensing Developers’ Emotions and Progress. In *2015 IEEE/ACM 37th IEEE International Conference on Software Engineering (ICSE)* (Vol. 1, pp. 688–699). <https://doi.org/10.1109/ICSE.2015.334>
- Muñoz, M., & Mejia, J. (2015). Letting Organizations to Find the Correct Way to Start in the Implementation of Software Process Improvements. In A. Rocha, A. M. Correia, S. Costanzo, & L. P. Reis (Eds.), *New Contributions in Information Systems and Technologies* (Vol. 353, pp. 503–512). Cham: Springer International Publishing. Retrieved from [http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-16486-1\\_49](http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-16486-1_49)
- Muñoz, M., Mejia, J., Calvo-Manzano, J. A., Cuevas, G., San Feliu, T., & De Amescua, A. (2012). Expected Requirements in Support Tools for Software Process Improvement in SMEs. In *Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference (CERMA), 2012 IEEE Ninth* (pp. 135–140). <https://doi.org/10.1109/CERMA.2012.29>
- Murphy, G. C. (2014). Getting to Flow in Software Development. In *Proceedings of the 2014 ACM International Symposium on New Ideas, New Paradigms, and Reflections on*

- Programming & Software* (pp. 269–281). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2661136.2661158>
- Myers, M. D. (1994). A disaster for everyone to see: An interpretive analysis of a failed project. *Accounting, Management and Information Technologies*, 4(4), 185–201. [https://doi.org/10.1016/0959-8022\(94\)90022-1](https://doi.org/10.1016/0959-8022(94)90022-1)
- Nelson, K. M., Armstrong, D., Buche, M., & Ghods, M. (2000). Evaluating the CMM Level 3 KPA of Intergroup Coordination: A theory-based approach. *Information Technology and Management*, 1(3), 171–181.
- Niazi, M. (2006). Software process improvement: a road to success. In J. Munch & M. Vierimaa (Eds.) (pp. 395–401). Presented at the 7th International Conference Product-Focused Software Process Improvement, PROFES 2006, Amsterdam, The Netherlands: Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from [http://link.springer.com/chapter/10.1007/11767718\\_34](http://link.springer.com/chapter/10.1007/11767718_34)
- Niazi, M. (2012). An exploratory study of software process improvement implementation risks. *Journal of Software: Evolution and Process*, 24(8), 877–894. <https://doi.org/10.1002/smr.543>
- Niazi, M., Babar, M. A., & Verner, J. M. (2010). Software Process Improvement barriers: A cross-cultural comparison. *Information and Software Technology*, 52(11), 1204–1216. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2010.06.005>
- Norman, G. (2010). Likert scales, levels of measurement and the “laws” of statistics. *Advances in Health Sciences Education*, 15(5), 625–632. <https://doi.org/10.1007/s10459-010-9222-y>
- Oates, B. J. (2006). *Researching Information Systems and Computing*. London, United Kingdom: Sage Publications Limited.
- O’Connell, F. (2001). *How To Run Successful Projects III: The Silver Bullet* (Third). Addison-Wesley Professional.
- O’Connor, R. V. (2012). Using Grounded Theory Coding Mechanisms to Analyze Case Study and Focus Group Data in the Context of Software Process Research. In M. Mora, O. Gelman, A. L. Steenkamp, & M. Raisinghani (Eds.), *Research Methodologies, Innovations and Philosophies in Software Systems Engineering and Information Systems*: (pp. 256–270). IGI Global.
- O’Connor, R. V. (2015). Towards an Understanding of Team Dynamics in Very Small Enterprises: An Exploratory Study in Software. In *Quantitative Multidisciplinary Approaches in Human Capital and Asset Management*. IGI Global.
- O’Connor, R. V., & Basri, S. (2014). Understanding the role of knowledge management in software development: a case study in very small companies, 4(1), 39–52. <https://doi.org/10.4018/ijssoe.2014010101>
- O’Connor, R. V., & Coleman, G. (2007). An investigation of barriers to the adoption of software process best practice models. In *18th Australasian Conference on Information Systems* (pp. 780–789).
- O’Connor, R. V., & Laporte, C. Y. (2012). Software Project Management in Very Small Entities with ISO/IEC 29110. In D. Winkler, R. V. O’Connor, & R. Messnarz (Eds.), *Systems, Software and Services Process Improvement* (Vol. 301, pp. 330–341). Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-31199-4\\_29](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-31199-4_29)
- O’Connor, R. V., & Laporte, C. Y. (2014). An innovative approach to the development of an international software process lifecycle standard for very small entities. *Journal International Journal of Information Technologies and Systems Approach*, 7(1), 1–22.
- O’Connor, R. V., & Laporte, C. Y. (2017). The Evolution of the ISO/IEC 29110 Set of Standards and Guides. *International Journal of Information Technologies and Systems Approach (IJITSA)*, 10(1), 1–21. <https://doi.org/10.4018/IJITSA.2017010101>
- Oktaba, H., García, F., Piattini, M., Ruiz, F., Pino, F. J., & Alquicira, C. (2007). Software process improvement: The COMPETISOFT project. *Computer*, 40(10), 21–28.
- OMG. (2015). *Essence – Kernel and Language for Software Engineering Methods* (SMSC/15-12-02).
- Onwuegbuzie, A. J., & Leech, N. L. (2006). Validity and Qualitative Research: An Oxymoron? *Quality & Quantity*, 41(2), 233–249. <https://doi.org/10.1007/s11135-006-9000-3>
- Organization for Economic Co-operation and Development. (2005). *SME and Entrepreneurship Outlook 2005*. Paris: OECD PUBLISHING.
- Park, J. S. (2015). Essence-Based, Goal-Driven Adaptive Software Engineering (pp. 33–38). IEEE. <https://doi.org/10.1109/GTSE.2015.12>

- Park, J. S., Jang, J., & Lee, E. (2017). Theoretical and empirical studies on essence-based adaptive software engineering. *Information Technology and Management*, 1–13. <https://doi.org/10.1007/s10799-016-0273-5>
- Paternoster, N., Giardino, C., Unterkalmsteiner, M., Gorschek, T., & Abrahamsson, P. (2014). Software development in startup companies: A systematic mapping study. *Information and Software Technology*, 56(10), 1200–1218. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2014.04.014>
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods (2nd ed.)* (Vol. 14). Newbury Park: SAGE Publications, Inc. Retrieved from <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/nur.4770140111/abstract>
- Pedrycz, W., Russo, B., & Succi, G. (2011). A model of job satisfaction for collaborative development processes. *Journal of Systems and Software*, 84(5), 739–752. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2010.12.018>
- Pino, F. J., García, F., & Piattini, M. (2008). Software process improvement in small and medium software enterprises: a systematic review. *Software Quality Control Journal*, 16(2), 237–261. <https://doi.org/10.1007/s11219-007-9038-z>
- Preece, J., Sharp, H., & Rogers, Y. (2001). *Interaction design: beyond human-computer interaction*. Wiley.
- Pressman, R. (2009). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (Seventh edition). New York: McGraw-Hill Science.
- Pries-Heje, J., & Johansen, J. (2010). SPI Manifesto. Retrieved from [http://www.iscn.com/Images/SPI\\_Manifesto\\_A.1.2.2010.pdf](http://www.iscn.com/Images/SPI_Manifesto_A.1.2.2010.pdf)
- Pries-Heje, J., & Johansen, J. (Eds.). (2013). *ImprovAbility - success with process improvement* (2. edition). Hørsholm: DELTA.
- Prikladnicki, R., Lassenius, C., Tian, E., & Carver, J. C. (2016). Trends in Agile: Perspectives from the Practitioners. *IEEE Software*, 33(6), 20–22. <https://doi.org/10.1109/MS.2016.152>
- Project Management Institute. (2013). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)* (5th ed.). Project Management Institute.
- Purna Sudhakar, G., Farooq, A., & Patnaik, S. (2011). Soft factors affecting the performance of software development teams. *Team Performance Management: An International Journal*, 17(3/4), 187–205. <https://doi.org/10.1108/13527591111143718>
- Quinn, B. (2016). *Defying Doom: Leading Urgent Large-Scale Transformations*. S.I.: LID Publishing.
- Ralph, P., Exman, I., Ng, P.-W., Johnson, P., Goedicke, M., Kocata, A. T., & Yan, K. L. (2014). How to Develop a General Theory of Software Engineering: Report on the GTSE 2014 Workshop. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 39(6), 23–25. <https://doi.org/10.1145/2674632.2674647>
- Raninen, A., Merikoski, H., Ahonen, J. J., & Beecham, S. (2015). Applying software process modeling to improve customer support processes. *Journal of Software: Evolution and Process*, 27(4), 274–293. <https://doi.org/10.1002/smr.1713>
- Razali, N. M., & Wah, Y. B. (2011). Power comparisons of shapiro-wilk, kolmogorov-smirnov, lilliefors and anderson-darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics*, 2(1), 21–33.
- Rehman, M., Mahmood, A. K., Salleh, R., & Amin, A. (2012). Mapping job requirements of software engineers to Big Five Personality Traits. In *2012 International Conference on Computer Information Science (ICCIS)* (Vol. 2, pp. 1115–1122). <https://doi.org/10.1109/ICCISci.2012.6297193>
- Reinertsen, D. G. (2009). *The Principles of Product Development Flow*. Celeritas Publishing.
- Reinhartz-Berger, I., Itzik, N., & Wand, Y. (2014). Analyzing Variability of Software Product Lines Using Semantic and Ontological Considerations. In *Advanced Information Systems Engineering* (pp. 150–164). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-07881-6\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-07881-6_11)
- Richardson, I., & von Wangenheim, G. C. (2007). Why are Small Software Organizations Different? *IEEE Software*, 24(1), 18–22.
- Ruano-Mayoral, M., Colomo-Palacios, R., Fernández-González, J. M., & García-Crespo, Á. (2011). Towards a Framework for Work Package Allocation for GSD. In R. Meersman, T. Dillon, & P. Herrero (Eds.), *On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2011 Workshops* (pp. 200–207). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-25126-9\\_30](https://doi.org/10.1007/978-3-642-25126-9_30)

- Rubin, K. S. (2012). Characteristics/Skills. In *Essential Scrum: A Practical Guide to the Most Popular Agile Process*. Addison-Wesley Professional. Retrieved from <http://proquest.safaribooksonline.com/book/software-engineering-and-development/agile-development/9780321700407/firstchapter>
- Runeson, P., & Höst, M. (2008). Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering. *Empirical Software Engineering*, 14(2), 131–164.
- Runeson, P., Höst, M., Rainer, A., & Regnell, B. (2012). *Case Study Research in Software Engineering: Guidelines and Examples*. John Wiley & Sons.
- Russell, J. A., Weiss, A., & Mendelsohn, G. A. (1989). Affect Grid: A Single-Item Scale of Pleasure and Arousal. *Personality and Social Psychology*, 57(3), 493–502.
- Rutner, P. S., Hardgrave, B. C., & McKnight, D. H. (2008). Emotional Dissonance and the Information Technology Professional. *MIS Quarterly*, 32(3), 635–652.
- Ryan, S., & O'Connor, R. V. (2009). Development of a team measure for tacit knowledge in software development teams. *82*, 229–240.
- Ryan, S., & O'Connor, R. V. (2013). Acquiring and sharing tacit knowledge in software development teams: An empirical study. *55*(9), 1614–1624.
- Salleh, N., Mendes, E., & Grundy, J. (2014). Investigating the effects of personality traits on pair programming in a higher education setting through a family of experiments. *Empirical Software Engineering*, 19(3), 714–752. <https://doi.org/10.1007/s10664-012-9238-4>
- Sampaio, A., Sampaio, I. B., & Gray, E. (2013). The need of a person oriented approach to software process assessment. In *2013 6th International Workshop on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering (CHASE)* (pp. 145–148). <https://doi.org/10.1109/CHASE.2013.6614752>
- Sánchez-Gordón, M.-L., Colomo-Palacios, R., de Amescua Seco, A., & O'Connor, R. V. (2016). The Route to Software Process Improvement in Small- and Medium-Sized Enterprises. In Marco Kuhrmann, J. Münch, I. Richardson, A. Rausch, & H. Zhang (Eds.), *Managing Software Process Evolution* (pp. 109–136). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-31545-4\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-31545-4_7)
- Sánchez-Gordón, M.-L., & O'Connor, R. V. (2015). Understanding the gap between software process practices and actual practice in very small companies. *Software Quality Journal*. <https://doi.org/10.1007/s11219-015-9282-6>
- Sánchez-Gordón, M.-L., O'Connor, R. V., & Colomo-Palacios, R. (2015). Evaluating VSEs Viewpoint and Sentiment Towards the ISO/IEC 29110 Standard: A Two Country Grounded Theory Study. In *SPICE 2015* (pp. 114–127). Gothenburg, Sweden: Springer-Verlag.
- Sánchez-Gordón, M.-L., O'Connor, R. V., Colomo-Palacios, R., & Sánchez-Gordón, S. (2016). A Learning Tool for the ISO/IEC 29110 Standard: Understanding the Project Management of Basic Profile. In *Proceedings 16th International Conference on Software Process Improvement and Capability dEtermination (SPICE 2016)* (Vol. 609, pp. 270–283). Dublin, Ireland: Springer-Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-38980-6\\_20](https://doi.org/10.1007/978-3-319-38980-6_20)
- Sarker, S., Sarker, S., Nicholson, D. B., & Joshi, K. D. (2005). Knowledge transfer in virtual systems development teams: an exploratory study of four key enablers. *IEEE Transactions on Professional Communication*, 48(2), 201–218. <https://doi.org/10.1109/TPC.2005.849650>
- Sauro, J., & Lewis, J. R. (2016). *Quantifying the User Experience (Second Edition): Practical Statistics for User Research*. Boston: Morgan Kaufmann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802308-2.00006-0>
- Schoeffel, P., & Benitti, F. B. V. (2012). Factors of Influence in Software Process Improvement: a Comparative Survey Between Micro and Small Enterprises (MSE) and Medium and Large Enterprises (MLE). *IEEE Latin America Transactions*, 10(2), 1634–1643.
- Schweigert, T., Nevalainen, R., Vohwinkel, D., Korsaa, M., & Biro, M. (2012). Agile Maturity Model: Oxymoron or the Next Level of Understanding. In A. Mas, A. Mesquida, T. Rout, R. V. O'Connor, & A. Dorling (Eds.), *Software Process Improvement and Capability Determination* (pp. 289–294). Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from [http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-30439-2\\_34](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-30439-2_34)
- Sfetsos, P., Stamelos, I., Angelis, L., & Deligiannis, I. (2009). An experimental investigation of personality types impact on pair effectiveness in pair programming. *Empirical Software Engineering*, 14(2), 187–226. <https://doi.org/10.1007/s10664-008-9093-5>

- Smith, P. C., Kendall, L. M., & Hulin, C. L. (1969). *The Measurement of Satisfaction in Work and Retirement: A Strategy for the Study of Attitudes*. Rand McNally.
- Snow, A. P., & Keil, M. (2002). The challenge of accurate software project status reporting: a two-stage model incorporating status errors and reporting bias. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 49(4), 491–504. <https://doi.org/10.1109/TEM.2002.807290>
- Sommerville, I. (2010). *Software Engineering* (9th ed.). Addison-Wesley.
- Soomro, A. B., Salleh, N., Mendes, E., Grundy, J., Burch, G., & Nordin, A. (2016). The effect of software engineers' personality traits on team climate and performance: A Systematic Literature Review. *Information and Software Technology*, 73, 52–65. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2016.01.006>
- Souag, A., Salinesi, C., Wattiau, I., & Mouratidis, H. (2013). Using Security and Domain Ontologies for Security Requirements Analysis. In *2013 IEEE 37th Annual Computer Software and Applications Conference Workshops* (pp. 101–107). <https://doi.org/10.1109/COMPSACW.2013.124>
- Storey, M. A., Zagalsky, A., Filho, F. F., Singer, L., & German, D. M. (2017). How Social and Communication Channels Shape and Challenge a Participatory Culture in Software Development. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 43(2), 185–204. <https://doi.org/10.1109/TSE.2016.2584053>
- Sulayman, M., & Mendes, E. (2011). An extended systematic review of software process Improvement in small and medium web companies. In *Evaluation & Assessment in Software Engineering (EASE 2011), 15th Annual Conference on* (pp. 134–143). IET. Retrieved from [http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs\\_all.jsp?arnumber=6083172](http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=6083172)
- Sulayman, M., Mendes, E., Urquhart, C., Riaz, M., & Tempero, E. (2014). Towards a theoretical framework of SPI success factors for small and medium web companies. *Information and Software Technology*, 56(7), 807–820. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2014.02.006>
- Sulayman, M., Urquhart, C., Mendes, E., & Seidel, S. (2012). Software process improvement success factors for small and medium Web companies: A qualitative study. *Information and Software Technology*, 54(5), 479–500.
- Sutton, A., Allinson, C., & Williams, H. (2013). Personality type and work-related outcomes: An exploratory application of the Enneagram model. *European Management Journal*, 31(3), 234–249. <https://doi.org/10.1016/j.emj.2012.12.004>
- Takeuchi, M., Kohtake, N., Shirasaka, S., Koishi, Y., & Shioya, K. (2014). Report on an assessment experience based on ISO/IEC 29110. *Journal of Software: Evolution and Process*, 26(3), 306–312. <https://doi.org/10.1002/smr.1591>
- Taylor, P. S., Greer, D., Sage, P., Coleman, G., McDaid, K., Lawthers, I., & Corr, R. (2006). Applying an agility/discipline assessment for a small software organisation. In *7th International Conference, PROFES 2006* (Vol. 4034, pp. 290–304). Amsterdam, The Netherlands: Springer Berlin Heidelberg.
- UNCTAD. (2012). *Information economy report 2012: the software industry and developing countries*. New York: United Nations Publications.
- Vaida, M.-F., & Benta, K.-I. (2015). Groupware refinements for collaborative teams. In *RoEduNet International Conference - Networking in Education and Research (RoEduNet NER), 2015 14th* (pp. 56–62). <https://doi.org/10.1109/RoEduNet.2015.7311828>
- Vaida, M.-F., & Pop, P. G. (2014). Grouping strategy using Enneagram typologies. In *2014 IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics* (pp. 1–6). <https://doi.org/10.1109/AQTR.2014.6857844>
- Valtierra, C., Muñoz, M., & Mejia, J. (2013). Characterization of Software Processes Improvement Needs in SMEs (pp. 223–228). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICMEAE.2013.33>
- Varona, F. (1991, June 27). *Communication Satisfaction and Organizational Commitment: A Study in Three Guatemalan Organizations*. University of Kansas. Retrieved from <https://kusolarworks.ku.edu/handle/1808/7798>
- Varona Madrid, F. (2005). *El Círculo de la Comunicación*. Netbiblo.
- Vasconcelos, R. R., Schots, M., & Werner, C. (2013). Recommendations for Context-Aware Visualizations in Software Development. In *10th Workshop on Modern Software Maintenance* (pp. 41–48). Brazil. Retrieved from <http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wmswm/2013/006.pdf>

- Vegas, S., & Basili, V. (2005). A Characterisation Schema for Software Testing Techniques. *Empirical Software Engineering*, 10(4), 437–466. <https://doi.org/10.1007/s10664-005-3862-1>
- Viana, D., Conte, T., Vilela, D., de Souza, C. R. B., Santos, G., & Prikladnicki, R. (2012). The influence of human aspects on software process improvement: Qualitative research findings and comparison to previous studies. In *16th International Conference on Evaluation Assessment in Software Engineering (EASE 2012)* (pp. 121–125). <https://doi.org/10.1049/ic.2012.0015>
- Von Wangenheim, C. G., Anacleto, A., & Salviano, C. F. (2006). Helping small companies assess software processes. *IEEE Software*, 23(1), 91–98. <https://doi.org/10.1109/MS.2006.13>
- Von Wangenheim, C. G., Weber, S., Hauck, J. C. R., & Trentin, G. (2006). Experiences on establishing software processes in small companies. *Information and Software Technology*, 48(9), 890–900. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2005.12.010>
- Walsham, G. (1995). Interpretive case studies in IS research: nature and method. *European Journal of Information Systems*, 4(2), 74–81. <https://doi.org/10.1057/ejis.1995.9>
- Waterson, P. E., Clegg, C. W., & Axtell, C. M. (1997). The dynamics of work organization, knowledge and technology during software development. *International Journal of Human-Computer Studies*, 46(1), 79–101.
- Waychal, P., & Capretz, L. F. (2017). Need for a Soft Dimension. *arXiv:1704.00801 [Cs]*, 141–145. <https://doi.org/10.5121/csit.2017.70414>
- Weimar, E., Nugroho, A., Visser, J., Laat, A., Goudbeek, M., & Schouten, A. P. (2017). The influence of teamwork quality on software team performance. Retrieved from <https://arxiv.org/abs/1701.06146>
- Weiss, D. J., Dawis, R. V., England, G. W., & Lofquist, L. H. (1967). *Manual for the Minnesota Satisfaction Questionnaire* (Minnesota Studies in Vocational Rehabilitation No. 22). Minneapolis: University of Minnesota.
- Wester, K. L. (2011). Publishing Ethical Research: A Step-by-Step Overview. *Journal of Counseling & Development*, 89(3), 301–307. <https://doi.org/10.1002/j.1556-6678.2011.tb00093.x>
- Wieggers, K. E. (1999). First Things First: Prioritizing Requirements. *Software Development*, (Septiembre).
- Wieggers, K. E., & Beatty, J. (2013). *Software Requirements* (Third). Microsoft Press.
- Yaeli, A., & Klinger, T. (2008). Enacting Responsibility Assignment in Software Development Environments. In *Proceedings of the 1st International Workshop on Software Development Governance* (pp. 7–10). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/1370720.1370724>
- Yazici, B., & Yolacan, S. (2007). A comparison of various tests of normality. *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 77(2), 175–183. <https://doi.org/10.1080/10629360600678310>
- Yilmaz, Mert, Yilmaz, M., O'Connor, R. V., & Clarke, P. (2016). A Gamification Approach to Improve the Software Development Process by Exploring the Personality of Software Practitioners. In *Proceedings 16th International Conference on Software Process Improvement and Capability dEtermination (SPICE 2016)* (pp. 71–83). Dublin: Springer-Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-38980-6\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-319-38980-6_6)
- Yilmaz, Murat, & O'Connor, R. V. (2015). Understanding personality differences in software organisations using Keirseley temperament sorter. *IET Software*, 9(5), 129–134. <https://doi.org/10.1049/iet-sen.2014.0071>
- Yilmaz, Murat, O'Connor, R. V., & Clarke, P. (2015). Software development roles: a multi-project empirical investigation. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 40(1), 1–5.
- Yilmaz, Murat, O'Connor, R. V., Colomo-Palacios, R., & Clarke, P. (2017). An Examination of Personality Traits and How They Impact on Software Development Teams. *Inf. Softw. Technol.*, 86(C), 101–122. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2017.01.005>
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: design and methods* (4th ed). Los Angeles, Calif: Sage Publications.
- Zahran, S. (1998). *Software Process Improvement – Practical Guidelines for Business Success*. Boston, MA: Addison Wesley.
- Zapata-Jaramillo, C. M., Rojas-López, M. D., Arango Sánchez, R. E., & Jiménez Pinzón, L. D. (2015). SEMAT GAME: Applying a Project Management Practice. *Developments in Business Simulation and Experiential Learning*, 42, 133–143.

Zhu, L., Bass, L., & Champlin-Scharff, G. (2016). DevOps and Its Practices. *IEEE Software*, 33(3), 32–34. <https://doi.org/10.1109/MS.2016.81>

## Apéndices

---



## Apéndice A. Relación de técnicas y factores humanos

A continuación se detalla la relación entre los factores humanos (*Comunicación, Toma de Conciencia, Compromiso, Red de contacto, Colaboración, Aprendizaje, Actitud y Motivación, Reconocimiento y Recompensa, Empoderar, Responsabilidad y autonomía y Personalidad*) y las técnicas (98) incluidas en cada fase del marco propuesto (*Oportunidad, Negociación, Planificación, Desarrollo de Software, Análisis de Requerimientos, Pruebas de Software y Despliegue del Software*).

FASE	TÉCNICAS			FACTORES														
				Comunicación	Toma de Conciencia	Compromiso	Red de contacto	Colaboración	Aprendizaje	Actitud y Motivación	Reconocimiento y recompensa	Empoderar	Responsabilidad y Autonomía	Personalidad				
OPORTUNIDAD	Reuniones	O-NH	Narración de historias	●		●	●	●		●								
		O-EN	Entrevistas	●			●	●										
		O-GF	Grupos focales	●		●	●	●										
		O-LI	Lluvia de ideas	●		●	●	●										
	Visualización	O-MS	Mapa de Satélite	●	●		●											
		O-ME	Mapa de Empatía	●	●		●				●							
		O-TC	Telaraña de Confianza	●	●	●	●	●			●							
		O-MC	Mapa de Contexto	●	●	●	●	●										
		O-PJ	Gráfico de Plan de Juego	●	●	●	●	●			●							
		O-VO	Visión general de una oportunidad	●	●		●	●										
NEGOCIACIÓN	Mapas Mentales	N-AN	Antes de la negociación	●	●						●							
		N-DN	Durante la negociación	●	●	●	●	●			●							
		N-SP	Solución de Problemas en la negociación	●	●					●	●							
		N-SD	Similitudes y diferencias	●	●	●		●			●							
ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS	Reuniones	A-OB	Observaciones	●														
		A-TA	Talleres	●			●	●										
		A-JR	Juego de Roles	●			●	●										
	Descripciones	A-LN	Lenguaje Natural	●			●											
		A-ES	Escenarios	●			●											
		A-CU	Casos de Uso	●			●											
		A-HU	Historias de Usuario	●		●	●											
		A-SB	Storyboarding	●		●	●											
	Criterios	A-INVEST	INVEST		●								●					
		A-SMART	SMART		●								●					

Figura A.1 Relación de técnicas y factores humanos

FASE	TÉCNICAS			FACTORES															
				Comunicación	Toma de Conciencia	Compromiso	Red de contacto	Colaboración	Aprendizaje	Actitud y Motivación	Reconocimiento y recompensa	Empoderar	Responsabilidad y Autonomía	Personalidad					
PLANIFICACIÓN DE SOFTWARE	Estimar	P-UM	Unidad de medida	●			●												
		P-OE	Opinión de expertos		●		●		●										
		P-PA	Por analogía		●		●		●										
		P-3P	Tres puntos		●		●		●										
		P-PP	Planning Poker	●	●	●	●	●	●										
		P-RE	Relativa	●	●	●	●	●	●										
	Priorizar	P-IO	In or Out	●		●	●												
		P-ME	Matriz de Eisenhower	●		●	●	●											
		P-E3	Escala de 3 niveles	●		●	●	●											
		P-MS	MoSCoW	●		●	●	●											
		P-CD	Costo de Demora	●		●	●	●											
		P-KA	Kano Analysis	●		●	●	●											
		P-RW	Relative Weighting	●		●	●	●											
		P-TS	Theme Scoring	●		●	●	●											
	Asignar	P-AO	Asignación de O'Connell	●	●	●					●					●			
		P-CE	Comprobación de equipo	●	●	●										●			
		P-FL	Fluir	●	●	●		●			●					●			
		P-MR	Matriz RACI	●	●	●		●								●			
Medir	P-EC	Ecosistema	●	●	●				●					●					
	P-PO	Por objetivo	●	●	●				●					●					
DESARROLLO DE SOFTWARE	Reuniones	S-UU	Uno a uno	●			●		●	●				●					
		S-EP	Entre pares	●			●	●	●	●					●				
		S-CO	Coaching	●		●	●		●	●					●				
	Retroalimentar	S-FW	Feedback wrap	●	●		●		●	●	●	●	●	●	●				
		S-MH	Monitorear habilidades	●	●		●		●	●	●	●	●	●	●				
		S-EP	Empezar-Parar-Mantener	●	●		●		●	●	●	●	●	●	●				
	Conciencia	S-MP	Mapa Personal	●	●		●			●									
		S-BM	Balance motivacional	●	●		●												
		S-CM	Cambiar motivadores	●	●	●	●	●		●									
		S-TC	Telaraña de Confianza	●	●	●	●	●		●									
		S-DI	Diagnóstico 1 a 1	●	●		●	●		●									
	Personalidad	S-MB	Myers-Briggs Type Indicator	●	●		●											●	
		S-BF	Big Five Factors of personality	●	●		●											●	
		S-SP	Sixteen Personality Factor	●	●		●											●	
		S-EP	Enneagram of Personality	●	●		●											●	
		S-KT	Keirsey temperament sorter II	●	●		●											●	
	Motivación Extrínseca	S-SB	Salarios y Bonos	●							●	●							
		S-BE	Beneficios	●							●	●							

Figura A.1 Relación de técnicas y factores humanos (Continuación)

FASE	TÉCNICAS			FACTORES													
				Comunicación	Toma de Conciencia	Compromiso	Red de contacto	Colaboración	Aprendizaje	Actitud y Motivación	Reconocimiento y recompensa	Empoderar	Responsabilidad y Autonomía	Personalidad			
DESARROLLO DE SOFTWARE	Motivación intrínseca	S-VE	Valores de Equipo	●	●	●					●						
		S-EV	Exposición de Valores	●	●	●		●			●						
		S-KB	Kudo Box	●			●	●			●	●	●				
		S-SI	Símbolos de Identidad	●		●	●	●			●		●				
		S-ET	Exposición de Trabajo	●	●	●	●	●			●	●	●				
		S-PF	Puerta de la Felicidad	●	●		●	●			●		●				
		S-DE	Días de Exploración	●	●	●	●	●		●	●	●	●				
		S-RC	Red de Celebración	●	●	●	●			●	●	●	●				
	Autonomía	S-PD	Poker de delegación	●		●	●								●		
		S-MD	Mapa de delegación	●		●	●				●				●		
S-TD		Tablero de delegación	●		●	●				●				●			
PRUEBAS DE SOFTWARE	Niveles	T-PU	Pruebas Unitarias	●		●				●							
		T-PI	Pruebas de Integración	●		●				●							
		T-PS	Pruebas de Sistema	●		●				●							
		T-PA	Pruebas de Aceptación	●		●	●			●							
		T-PR	Pruebas de Regresión	●		●				●							
	Caja Negra	T-PE	Partición de equivalencia	●		●				●							
		T-VL	Valores Límite	●		●				●							
		T-TD	Tablas de decision	●		●				●							
		T-TE	Transición de estados	●		●				●							
		T-CU	Casos de uso	●		●				●							
	Caja Blanca	T-CS	Cobertura de sentencia	●		●											
		T-CD	Cobertura de decision	●		●											
		T-CE	Cobertura otras estructuras	●		●											
		T-BE	Basadas en experiencia	●		●											
	Revisión	T-IN	Informal	●		●	●	●	●						●		
		T-GU	Guiada	●		●	●	●	●						●		
		T-TE	Técnica	●		●	●	●	●						●		
		T-IN	Inspección	●		●	●	●	●						●		
	DESPLIEGUE DE SOFTWARE	Estrategia de despliegue	D-BB	Big Bang	●			●									
			D-AP	Aplicación paralela	●			●									
D-IF			Introducción de fase	●			●										
D-DE			Difusión experimental	●			●			●							
D-EU			Experiencia basada en el usuario	●			●			●				●			
Producto completo		D-PB	El producto básico	●			●										
		D-PC	El producto completo	●			●										
		D-PE	El producto extendido	●			●										
Modelo Rol		D-MR		●		●	●	●						●			

Figura A.1 Relación de técnicas y factores humanos (Continuación)

# Apéndice B. Cuestionario de la Auditoria de la Comunicación (CAC)

## B.1. Descripción

El instrumento es la traducción de las versiones previas revisadas por (Varona, 1991). Este cuestionario fue diseñado para explorar las relaciones entre la comunicación y la satisfacción laboral. Los ítems están agrupados en 10 dimensiones: Perspectiva organizacional, Retroalimentación personal evaluativa, Integración organizacional, Comunicación con los supervisores (jefes), Clima comunicacional, Comunicación horizontal, Calidad de los medios, Comunicación de los niveles gerenciales, Comunicación entre departamentos o áreas, Comunicación con los subordinados (dependientes).

## B.2. Detalle del CAC

**Cuestionario de la Auditoria de la Comunicación (CAC)**

**Dr. Cal Downs y Dr. Federico Varona: Copyright, 1990**  
**Dr. Federico Varona: Versión en Español Copyright, 1990**

**INTRODUCCION:** La mayoría de nosotros/as asumimos que la calidad y cantidad de comunicación influye en nuestro nivel de satisfacción en el trabajo, en la productividad y en nuestro nivel de compromiso. A través de este estudio, esperamos descubrir su grado de satisfacción con la comunicación, y las sugerencias que Ud. propone para mejorarla. Le agradecemos mucho el tiempo que dedique a contestar este cuestionario. Sus respuestas nos serán de gran ayuda.

**Nota:** 1. Este cuestionario puede responderse en 20 o 30 minutos.  
2. Sus respuestas son estrictamente confidenciales, por lo que le suplicamos que sea lo más sincero/a posible.  
3. Cuatro últimos dígitos del número de identificación: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_ Sexo: F\_\_ M\_\_

=====

**A. Responda a las siguientes preguntas, por favor: (Marque su respuesta con una X en el espacio correspondiente)**

a) ¿Cuánto tiempo lleva trabajando en la empresa?

Menos de 1 año \_\_\_\_\_  
1 3 años \_\_\_\_\_  
4 6 años \_\_\_\_\_  
Más de 6 años \_\_\_\_\_

b) ¿Qué puesto ocupa? :

Jefe/a o responsable \_\_\_\_\_  
Empleado/a \_\_\_\_\_

c) ¿En qué departamento trabaja?: \_\_\_\_\_

**B. Responda a las siguientes preguntas por favor: (Marque su respuesta con una X en el espacio correspondiente)**

1. ¿Cuál es su nivel de satisfacción en relación con su trabajo? (seleccione solamente una respuesta)

\_\_\_\_\_ 1. Muy insatisfecho                      \_\_\_\_\_ 5. Más o menos satisfecho  
\_\_\_\_\_ 2. Insatisfecho                            \_\_\_\_\_ 6. Satisfecho  
\_\_\_\_\_ 3. Más o menos insatisfecho        \_\_\_\_\_ 7. Muy satisfecho  
\_\_\_\_\_ 4. Indiferente

2. En los últimos 6 meses, ¿qué ha sucedido con su nivel de satisfacción en el trabajo? (seleccione solamente una respuesta)

\_\_\_\_\_ 1. Ha aumentado  
\_\_\_\_\_ 2. Permanece igual  
\_\_\_\_\_ 3. Ha disminuido

Figura B.1. Cuestionario de Auditoría de la Comunicación (CAC)

3. Si la comunicación relacionada con su trabajo pudiera cambiarse para ayudarle a sentirse más satisfecho/a, ¿qué cambiaría?

---



---



---



---

**C. A continuación aparecen varios tipos de información que normalmente se relacionan con el trabajo de una persona. Por favor, indique cuál es su nivel de satisfacción en relación con la cantidad y/o calidad de cada tipo de información. (Marque con una X el número que corresponda mejor a su respuesta).**

	Muy Insatisfecho	Insatisfecho	Poco Insatisfecho	Indiferente	Poco Satisfecho	Satisfecho	Muy Satisfecho
	1	2	3	4	5	6	7
4. Información sobre el progreso que estoy realizando en mi trabajo.	1	2	3	4	5	6	7
5. Información sobre acontecimientos personales de la gente de la empresa.	1	2	3	4	5	6	7
6. Información sobre las políticas y objetivos de la empresa.	1	2	3	4	5	6	7
7. Información sobre cómo se compara mi trabajo con el de otros.	1	2	3	4	5	6	7
8. Información sobre cómo me ven en esta empresa.	1	2	3	4	5	6	7
9. Reconocimiento a mis esfuerzos.	1	2	3	4	5	6	7
10. Información sobre las políticas y objetivos de mi departamento.	1	2	3	4	5	6	7
11. Información sobre las exigencias de mi trabajo.	1	2	3	4	5	6	7
12. Información sobre las acciones del gobierno que afectan a la empresa.	1	2	3	4	5	6	7
13. Información sobre los cambios en la empresa.	1	2	3	4	5	6	7
14. Información sobre cómo se están resolviendo los problemas relacionados con mi trabajo.	1	2	3	4	5	6	7
15. Información sobre prestaciones y salarios.	1	2	3	4	5	6	7
16. Información sobre la situación financiera de la empresa.	1	2	3	4	5	6	7
17. Información sobre los éxitos y/o fracasos de la empresa.	1	2	3	4	5	6	7

**D. Por favor indique cuán satisfecho/a está con lo siguiente:**

18. El grado en que los superiores conocen y entienden los problemas que enfrentan sus subalternos.	1	2	3	4	5	6	7
19. El grado en que la comunicación en la empresa motiva, estimula y entusiasma para lograr sus objetivos.	1	2	3	4	5	6	7
20. El grado en que mi supervisor me escucha y me pone atención.	1	2	3	4	5	6	7
21. El grado de habilidad que tiene la gente de nuestra empresa para comunicarse.	1	2	3	4	5	6	7
22. El grado en que mi jefe/a me ayuda a resolver los problemas relacionados con el trabajo.	1	2	3	4	5	6	7
23. El grado en que la comunicación en la empresa me ayuda a identificarme y a sentirme parte importante de ella.	1	2	3	4	5	6	7
24. El grado en que las publicaciones de la empresa son interesantes y útiles.	1	2	3	4	5	6	7
25. El grado en que mi jefe/a confía en mí.	1	2	3	4	5	6	7
26. El grado en que recibo a tiempo la información necesaria para hacer mi trabajo.	1	2	3	4	5	6	7
27. El grado en el que los conflictos son tratados apropiadamente a través de los debidos canales de comunicación.	1	2	3	4	5	6	7
28. El grado en que la comunicación informal es eficiente. (a través de rumores).	1	2	3	4	5	6	7
29. El grado en que mi jefe/a está abierto a nuevas ideas.	1	2	3	4	5	6	7
30. El grado en que la comunicación con otros empleados es libre y exacta.	1	2	3	4	5	6	7
31. El grado en que las prácticas de comunicación se adaptan en caso de emergencia.	1	2	3	4	5	6	7
32. El grado en que mi grupo de trabajo es compatible.	1	2	3	4	5	6	7
33. El grado en que las sesiones de trabajo están bien organizadas.	1	2	3	4	5	6	7

**Figura B.1. Cuestionario de Auditoría de la Comunicación (CAC) (Continuación)**

34.	<b>El grado en que la cantidad de supervisión que recibo es apropiada.</b>	1	2	3	4	5	6	7
35.	El grado en que las directivas escritas y los informes son claros y concisos.	1	2	3	4	5	6	7
36.	El grado en que las actitudes hacia la comunicación en la empresa son positivas.	1	2	3	4	5	6	7
37.	El grado en que la comunicación informal es activa y exacta.	1	2	3	4	5	6	7
38.	El grado en que la cantidad de comunicación en la empresa es suficiente.	1	2	3	4	5	6	7

Muy baja	Baja	Ligeramente baja	Normal	Ligeramente alta	Alta	Muy alta
1	2	3	4	5	6	7

39.	¿Cómo evalúa su productividad en el trabajo? (seleccione solamente una respuesta)	1	2	3	4	5	6	7
40.	¿Cómo calificaría Ud. su nivel de compromiso con esta empresa? (seleccione solamente una respuesta)	1	2	3	4	5	6	7

41. Si la comunicación relacionada con su trabajo pudiera cambiarse de alguna forma para ayudarle a sentirse más comprometido con la empresa, ¿qué cambiaría?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**E. Por favor indique cuán satisfecho/a está con: (Marque con una X el número que corresponda mejor a su respuesta).**

42.	El grado en que la dirección se comunica abierta y honestamente con los miembros de la empresa.	1	2	3	4	5	6	7
43.	El grado en que la dirección se preocupa por los miembros de la empresa.	1	2	3	4	5	6	7
44.	El grado en que la dirección escucha y recibe bien las sugerencias de los miembros de la empresa.	1	2	3	4	5	6	7
45.	El grado en que la dirección se comunica periódicamente con sus subalternos para mantenerles informados.	1	2	3	4	5	6	7
46.	El grado en que la comunicación de la dirección con sus subalternos es confiable.	1	2	3	4	5	6	7
47.	El grado en que los miembros de los departamentos se comunican para resolver problemas.	1	2	3	4	5	6	7
48.	El grado en que la comunicación entre los departamentos es apropiada.	1	2	3	4	5	6	7
49.	El grado en que existe un sentido de trabajo en equipo entre las direcciones o unidades de trabajo.	1	2	3	4	5	6	7
50.	El grado en que los directores/as se comunican entre sí.	1	2	3	4	5	6	7
51.	El grado en que coinciden las prioridades de mi departamento con las de otros departamentos.	1	2	3	4	5	6	7

**F. ¡ATENCIÓN!: Conteste las 5 siguientes preguntas solamente, si Ud. es un/a director/a o mando intermedio. Indique su nivel de satisfacción con:**

52.	El grado en que los subalternos/as responden a la comunicación que viene de los niveles superiores.	1	2	3	4	5	6	7
53.	El grado en que los subalternos/as me dan con anticipación la información que necesito.	1	2	3	4	5	6	7
54.	El grado en que no tengo exceso de información.	1	2	3	4	5	6	7
55.	El grado en que los subalternos/as aceptan evaluaciones, sugerencias y críticas.	1	2	3	4	5	6	7
56.	El grado en que los subalternos/as se sienten capaces de iniciar una comunicación de confianza con sus superiores.	1	2	3	4	5	6	7

Figura B.1. Cuestionario de Auditoría de la Comunicación (CAC) (Continuación)

### B.3. Descripción de factores del CAC

Los factores de la satisfacción con la comunicación que evalúa esta versión del cuestionario CAC son los siguientes:

**1. Perspectiva organizacional**, se refiere a la información acerca de la organización como un todo. Esta información incluye asuntos que tienen que ver con cambios en la organización, información sobre la situación financiera de la organización e información sobre las políticas y metas de dicha organización.

**Ítems: 6, 12, 13, 16, 17**

**2. Retroalimentación personal evaluativa**, que tiene que ver con la necesidad de los trabajadores de saber cómo van a ser evaluados.

**Ítems: 7, 8, 9, 14, 18**

**3. Integración organizacional**, que gira en torno a las categorías bajo la cuales los individuos reciben la información de su entorno inmediato. Los ítems incluyen el grado de satisfacción que experimentan los empleados acerca de la información de los planes de cada una de sus áreas, los requerimientos de sus puestos de trabajo y alguna otra información personal.

**Ítems: 4, 5, 10, 11, 15**

**4. Comunicación con los supervisores (jefes)**, que incluye los aspectos de la comunicación en un orden ascendente y descendente respecto de los supervisores. Tres de los principales ítems son la amplitud de los superiores para aceptar las propuestas, para escuchar y poner atención y aquella amplitud que tienen los superiores para guiar a sus empleados en la solución de problemas relacionados con sus tareas.

**Ítems: 20, 22, 25, 29, 34**

**5. Clima comunicacional**, que se refiere a la comunicación en general al interior de la organización. Esta dimensión incluye entre otros la manera como la comunicación, dentro de una organización, motiva y estimula a los trabajadores para alcanzar las metas organizacionales.

**Ítems: 19, 21, 23, 26, 27**

**6. Comunicación horizontal**, referida al grado de exactitud y fluidez de la información horizontal e informal. Este factor también incluye la satisfacción con la actividad de los rumores.

**Ítems: 28, 30, 31, 32, 37**

**7. Calidad de los medios**, que se refiere al grado en el que las reuniones son bien organizadas y la calidad de las directivas escritas, en términos de claridad y brevedad, así como el grado en el que la cantidad de la información se acerca al ideal.

**Ítems: 24, 33, 35, 36, 38**

**8. Comunicación de los niveles gerenciales**, que evalúa la comunicación de los niveles gerenciales con los demás miembros de la organización. Este factor incluye como actitud abierta hacia nuevas ideas, cuidado y voluntad para escuchar.

**Ítems: 42, 43, 44, 45, 46**

**9. Comunicación entre departamentos o áreas**, que se refiere a la comunicación que debe existir y se necesita al interior de las organizaciones para garantizar la eficiencia de éstas. Incluye ítems acerca de la resolución de problemas, trabajo en equipo y los flujos de comunicación entre los jefes de área o departamento.

**Ítems: 47, 48, 49, 50, 51**

**10. Comunicación con los subordinados (dependientes)**, se enfoca hacia la comunicación ascendente y descendente con los dependientes. Solo los trabajadores que ocupen niveles gerenciales deben responder estos ítems que incluyen el manejo de la comunicación ascendente y descendente por parte de los subordinados.

**Ítems: 52, 53, 54, 55, 56**

# Apéndice C. Cuestionario de Satisfacción de Minnesota (MSQ)

## C.1. Descripción

El instrumento es la traducción del cuestionario de Minnesota (versión corta) para medir las variables de satisfacción Laboral (Weiss et al., 1967). El cuestionario se compone de 20 preguntas sobre satisfacción laboral estructuradas en una escala tipo Likert con cinco opciones de respuesta (1 Muy insatisfecho hasta 5 Muy satisfecho). Cada pregunta corresponde a uno de los dos factores que componen el nivel de satisfacción: intrínseca y extrínseca.

## C.2. Detalle del MSQ

El propósito de este cuestionario es darle una oportunidad para que exprese cómo usted se siente respecto a su trabajo actual, con cuáles aspectos está satisfecho(a) y con cuáles aspectos está insatisfecho (a). Esperamos encontrar en sus respuestas una forma de entender mejor las cosas que a la gente le gusta o le disgusta. Lo que interesa es obtener su opinión, por lo que no existen respuestas correctas o incorrectas. Responda a cada afirmación independientemente.

A continuación encontrará afirmaciones sobre su trabajo actual. Lea cada una cuidadosamente. Piense cuán satisfecho(a) se siente respecto al aspecto del trabajo que se describe en la afirmación. Mantenga en mente cada afirmación.

1. Si usted siente que el trabajo le da mucho menos de lo que esperaba, marque el espacio (**Muy Insatisfecho/a**);
2. Si siente que su trabajo le da menos de lo que usted esperaba, marque el espacio (**Insatisfecho/a**);
3. Si no puede decidir si el trabajo le da lo que usted esperaba, marque el espacio (**Ni satisfecho/a ni insatisfecho/a**);
4. Si siente que su trabajo le da lo que esperaba, marque el espacio (**Satisfecho/a**);
5. Si usted siente que su trabajo le da más de lo que esperaba, marque (**Muy Satisfecho/a**).

Sea franco y honesto. De una visión verdadera de sus sentimientos frente a su trabajo actual.

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN.

**En mi trabajo actual, así es como me siento acerca de ...**

1	Poder mantenerme ocupado(a) todo el tiempo	1	2	3	4	5
2	La oportunidad de hacer mi trabajo solo(a)	1	2	3	4	5
3	La oportunidad de hacer cosas diferentes de vez en cuando	1	2	3	4	5
4	La oportunidad que me provee mi trabajo para ser alguien importante en la comunidad	1	2	3	4	5
5	La manera en que mi jefe(a) trata a sus empleados	1	2	3	4	5
6	La competencia de mi supervisor(a) en la toma de decisiones	1	2	3	4	5
7	La posibilidad de hacer cosas que no vayan en contra de mi conciencia	1	2	3	4	5
8	La forma como mi empleo me ofrece un trabajo estable	1	2	3	4	5
9	La oportunidad de hacer algo por los demás	1	2	3	4	5
10	La oportunidad de decirles a otros lo que deben hacer	1	2	3	4	5
11	La oportunidad de hacer algo que haga uso de mis habilidades	1	2	3	4	5
12	La forma como se ponen en práctica las políticas de la empresa	1	2	3	4	5
13	El salario que recibo y la cantidad de trabajo que realizo	1	2	3	4	5
14	Las oportunidades de progreso en este trabajo	1	2	3	4	5
15	La libertad para usar mi propio juicio	1	2	3	4	5
16	La oportunidad de probar mis propios métodos para hacer el trabajo	1	2	3	4	5
17	Las condiciones de trabajo	1	2	3	4	5
18	La forma como mis compañeros de trabajo se llevan entre si	1	2	3	4	5
19	Los comentarios positivos que recibo por hacer un buen trabajo	1	2	3	4	5
20	La sensación de logro que obtengo de mi trabajo	1	2	3	4	5

Figura C.1 Cuestionario de Satisfacción de Minnesota

### **C.3. Descripción de factores del MSQ**

**Satisfacción Intrínseca**, comprende los siguientes aspectos: Actividad, Independencia, Variedad, Estatus Social, Valores morales, Seguridad, Servicio social, Autoridad, Aprovechamiento de habilidad, Responsabilidad, Creatividad, Logro.

**Items: 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 16, 20**

**Satisfacción extrínseca**, comprende los siguientes aspectos: Supervisión de relaciones humanas, Supervisión técnica, Políticas y prácticas de la empresa, Compensación, Promoción, Reconocimiento

**Items: 5, 6, 12, 13, 14, 19**

**General**, comprende los siguientes aspectos: Condiciones y Compañeros de Trabajo

**Items: 17, 18**

## Apéndice D. Cuestionario de percepciones de clima de trabajo en equipo: Team Climate inventory (TCI)

### D.1. Descripción del TCI

El Inventario de Clima de Equipo (en inglés, Team Climate Inventory, TCI) (Anderson & West, 1998) se utiliza para medir el clima de trabajo en equipo. El TCI es un test psicométrico para medir percepciones de clima de trabajo en equipo. El cuestionario considera cuatro factores: Seguridad en la Participación, Apoyo a la Innovación, Visión de Equipo y Orientación a la Tarea. Todos los factores se miden en una escala tipo Likert de cinco puntos. Las puntuaciones posibles para cada pregunta van de 1 a 5 puntos. Se concede 1 punto a la respuesta “Totalmente en desacuerdo” y 5 puntos a “Totalmente de acuerdo”.

### D.2. Detalle del TCI

El cuestionario de la Figura D.1 mide el clima o ambiente real en el equipo de trabajo, las preguntas corresponden a los cuatro factores que definen las percepciones del clima de trabajo en equipo: Seguridad en la Participación, Apoyo a la Innovación, Visión de Equipo y Orientación a la Tarea.

Este cuestionario analiza el clima o ambiente existente en tu equipo de trabajo. Contiene, por tanto, preguntas acerca de la manera en que los miembros del equipo están trabajando juntos, la innovación, etc. Las preguntas no tienen respuestas “correctas” o “incorrectas”. Lo importante es que respondas de una forma precisa y sincera a cada pregunta. No pierdas mucho tiempo sopesando tus respuestas; las primeras reacciones son generalmente más fiables. Por favor, tacha con una X tu respuesta, siguiendo esta escala::

	Totalmente en desacuerdo	Desacuerdo	Ni acuerdo ni desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	1	2	3	4	5
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					

Anexo D.1. Inventario de Clima de Equipo (TCI)

18	Los miembros del equipo se reúnen a menudo para hablar, tanto en situaciones formales como informales	1	2	3	4	5
19	Hasta qué punto tienes claros los objetivos del equipo	1	2	3	4	5
20	En qué medida consideras que los objetivos son útiles o adecuados	1	2	3	4	5
21	Hasta qué punto estás de acuerdo con los objetivos	1	2	3	4	5
22	En qué medida consideras que los restantes miembros del equipo están de acuerdo con los objetivos	1	2	3	4	5
23	En qué medida crees que los restantes miembros comprenden los objetivos del equipo	1	2	3	4	5
24	Hasta qué punto crees que los objetivos del equipo son realizables en la práctica	1	2	3	4	5
25	Hasta qué punto crees que los objetivos son válidos para usted personalmente	1	2	3	4	5
26	Hasta qué punto crees que los objetivos son válidos para la organización	1	2	3	4	5
27	Hasta qué punto crees que los objetivos son válidos para la sociedad en general	1	2	3	4	5
28	Hasta qué punto opinas que los objetivos son realistas y realizables	1	2	3	4	5
29	Hasta qué punto opinas que los miembros de su equipo se comprometen con los objetivos	1	2	3	4	5
30	¿Los miembros del equipo te proporcionan ideas útiles y apoyo efectivo para ayudarte a realizar tu trabajo lo mejor posible?	1	2	3	4	5
31	¿Se realizan entre los miembros del equipo algún tipo de supervisión mutua para mantener la calidad del trabajo?	1	2	3	4	5
32	¿Se encuentran los miembros del equipo dispuestos a preguntarse el porqué de sus actuaciones?	1	2	3	4	5
33	¿Evalúa el equipo la posibilidad de fallos en sus actuaciones con el fin de mejorar sus resultados?	1	2	3	4	5
34	¿Desarrollan los miembros del equipo las ideas de los demás para conseguir mejores resultados?	1	2	3	4	5
35	¿Se preocupan los miembros del equipo realmente porque éste consiga un rendimiento excelente?	1	2	3	4	5
36	¿Tiene el equipo criterios claros que los miembros tengan que cumplir para lograr el éxito común?	1	2	3	4	5

#### Anexo D.1. Inventario de Clima de Equipo (TCI) (Continuación)

### D.3. Factores del Cuestionario de TCI

Las preguntas del cuestionario TCI, detalladas en la Anexo D.1. Inventario de Clima de Equipo (TCI) y E.2, se presentan agrupadas según el factor de clima de trabajo en equipo al que evalúan, Seguridad en la Participación, Apoyo a la Innovación, Visión de Equipo y Orientación a la Tarea.

**1. Seguridad en la Participación (Participative Safety)**, se refiere a cómo de seguro se percibe el clima. Esta “seguridad” debería propiciar la participación de cada uno de los miembros del equipo. Cuando se percibe seguridad en el equipo, los miembros se sientan cómodos, no sólo contribuyendo, sino también asumiendo riesgos y presentando más ideas al equipo (West, 1990). Los miembros del equipo deben tener confianza y seguridad de que ninguna persona cuestiona que el trabajo de cualquier individuo está hecho para mejorar el resultado final de la tarea. En un clima seguro, los miembros del equipo participan activamente en la comprensión de que su contribución se suma a los otros miembros del equipo de un modo sinérgico.

**Ítems: 1, 3, 5, 6, 9, 10, 11, 13, 15, 18, 19**

**2. Apoyo para la Innovación (Support for Innovation)**, West identifica dos tipos de apoyo: articulado y proporcionado. El apoyo articulado está relacionado con el apoyo manifestado, tanto verbalmente como por escrito, a las nuevas ideas. El apoyo proporcionado se refiere al apoyo práctico que se da a las nuevas ideas en función de los recursos disponibles para poner en práctica dichas ideas. El apoyo para la innovación en el equipo fomenta la aportación de nuevas ideas.

**Ítems: 2, 4, 7, 8, 12, 14, 16, 17**

**3. Visión de Equipo (Team Vision)**, cuando el equipo tiene una visión, se pueden fijar objetivos y la eficacia de esos objetivos pueden ser claramente determinados. Cuando las personas trabajan en equipo, lo hacen en la creencia de que trabajar con otras personas les permitirá ser capaces de alcanzar los resultados que se buscan.

**Ítems: 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30**

**4. Orientación a la Tarea (Task Orientation)**, cuando el equipo está comprometido con el logro de sus objetivos y de las estándares de calidad más elevados posibles, se pone el énfasis en las inspecciones y evaluaciones de cómo se hace el trabajo. Esta retroalimentación permite identificar mejoras y modificaciones sobre la forma en la que el equipo hace el trabajo, permitiendo al equipo alcanzar un alto nivel de innovación.

**Ítems: 31, 32, 33, 34, 35, 36**

## Apéndice E. Directrices de diseño e implementación de Affective Slider

El Affective Slider (AS) ha sido validado empíricamente y presentado en la publicación de (Betella & Verschure, 2016). El código fuente de AS y elementos gráficos, junto con algunos ejemplos de implementaciones basadas en web, están publicados bajo una licencia Creative Commons y están disponibles públicamente en la dirección web: <http://AS.specs-lab.com>.

Las implementaciones personalizadas del AS se pueden desarrollar utilizando cualquier framework de programación (por ejemplo, iOS o Android SDK), siempre y cuando cumplan totalmente con las siguientes directrices:

- Tanto los controles de deslizamiento de valencia (*pleasure*) como de activación (*arousal*) deben tener una orientación horizontal y presentarse simultáneamente con los *sliders thumb* (es decir, los elementos móviles) siempre situados en el centro de las bandas. Para las culturas cuya escritura es de derecha a izquierda el AS puede ser reflejado horizontalmente;
- El espacio entre los dos deslizadores y su tamaño debe ser adecuado (y proporcional a la pantalla) para permitir al usuario seleccionar fácilmente los valores deseados;
- Cada uno de los deslizadores debe ser seguido por intensidad de la señal incluyendo los emoticones asociados localizados en las dos extremidades;
- Todos los elementos que componen el AS deben adoptar exclusivamente una paleta de colores en escala de grises. En caso de que el AS se utilice sobre un fondo negro u oscuro, la paleta de colores por defecto debe invertirse (es decir, negro a blanco);
- Cada control deslizante mide un valor único en una escala normalizada continua que varía de 0 a 1 con un valor central (es decir, la posición predeterminada del *thumb*) igual a 0,5 y una resolución mínima de 100 pasos (es decir, el paso mínimo = 0,01). Esta resolución puede aumentar (por ejemplo, al menos el paso  $\leq 0,001$ ) en el caso de dispositivos con pantallas de alta resolución, tales como ordenadores de escritorio y tabletas;
- Para permitir una fácil manipulación, los *sliders thumb* deben tener la forma de un círculo o cuadrado perfecto (con esquinas redondeadas opcionales) y ser al menos un 10% más grande que la altura de la barra de las bandas.

Además, con el fin de desalentar los sesgos potenciales en las calificaciones, sugerimos fuertemente implementar las siguientes recomendaciones:

- El orden de presentación de los dos controles deslizantes debe ser aleatorio (es decir, valencia encima y activación a continuación, o viceversa);

Las interacciones de los usuarios con los *dedos*, tales como los *clicks*, deben ser detectados para proporcionar retroalimentación visual inmediata (por ejemplo, después de la interacción, el color del relleno del *sliders thumb* cambia de blanco al negro) e identificar posibles valores ficticios (por ejemplo, evitar que el usuario continúe hasta que realice una calificación o marcar el punto de datos como no verdadero para la exclusión posterior en caso de que el *thumb* no se toque en absoluto).

El código fuente de la aplicación móvil de AS está publicada bajo una licencia Creative Commons.

## Apéndice F. Certificación de la validación empírica

Informática y Software

La respuesta tecnológica ideal a sus problemas específicos

[www.e-insoft.com](http://www.e-insoft.com)

A QUIEN PUEDA INTERESAR

Don Luis Santiago Zaldumbide con pasaporte 1705271375 en calidad de Presidente de la compañía InSoft Informática y Software Cia. Ltda., domiciliada en Quito – Ecuador, Urbanización Pinar Alto, Calle Tercera OE7-48 y Pasaje B, con fecha de inicio de actividades 08 de Abril de 1997 y que tiene asignado el Registro Único de Contribuyente número 1791345169001.

CERTIFICA: Doña Mary Luz Sánchez Gordón, con pasaporte 1712471109 ha realizado una experimentación consistente en la implementación de un marco para la integración de factores humanos enmarcado en la tesis doctoral titulada "Aproximación holística a la integración de modelos SPI en entorno microempresa". Dicha implementación ha sido realizada entre Agosto del 2016 y Abril del 2017.

Y para que conste y surta efecto los efectos oportunos, expide la presente certificación a petición del interesado en Quito a 3 Mayo del 2017.

Atentamente,

  
  
**Ing. Santiago Zaldumbide**  
**PRESIDENTE**

☎ (00512) 2277955, 2461 465, 2441 816, 2438 951 | 099562748  
✉ [InSoft@e-insoft.com](mailto:InSoft@e-insoft.com)  
📍 Urbanización El Pinar Alto - Calle Tercera OE7-48 y Pasaje B - Quito - Ecuador