

Tesis defendida por
Ismael Edrein Espinosa Curiel
y aprobada por el siguiente comité

Dr. José Alberto Fernández Zepeda
Director del Comité

Dra. Josefina Rodríguez Jacobo
Miembro del Comité

Dr. Jesús Favela Vara
Miembro del Comité

Dr. José Antonio García Macías
Miembro del Comité

Dr. Víctor Manuel González y González
Miembro del Comité

Dr. José Antonio García Macías
Coordinador
Programa de Posgrado en Ciencias de la
Computación

Dr. David Hilarío Covarrubias Rosales
Director
Dirección de Estudios de Posgrado

28 de junio de 2013

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DE ENSENADA**



Programa De Posgrado en Ciencias
en Ciencias de la Computación

Mecanismos de soporte al proceso de adopción de un modelo de mejora de procesos de
software en las micro, pequeñas y medianas empresas

Tesis

que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de
Doctor en Ciencias

Presenta:

Ismael Edrein Espinosa Curiel

Ensenada, Baja California, México
2013

Resumen de la tesis de Ismael Edrein Espinosa Curiel, presentada como requisito parcial para la obtención del grado de Doctor en Ciencias en Ciencias de la Computación.

Mecanismos de soporte al proceso de adopción de un modelo de mejora de procesos de software en las micro, pequeñas y medianas empresas

Resumen aprobado por:

Dr. José Alberto Fernández Zepeda

La mayoría de las guías diseñadas para apoyar a las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYME) a establecer un modelo de referencia de procesos (PRM, por sus siglas en inglés), proponen estrategias desde un enfoque funcionalista (llamadas comúnmente implantaciones). Las iniciativas con este enfoque sugieren básicamente elegir un PRM, realizar una evaluación formal de los procesos, y utilizar una estrategia mecánica para rediseñar los procesos de la organización y para cumplir con las especificaciones del PRM elegido. El paradigma funcionalista puede ayudar a las organizaciones a mejorar sus procesos a corto plazo; sin embargo, este enfoque tiene limitaciones para guiar las implantaciones a largo plazo. Esta situación ha contribuido a que exista una alta tasa de abandono de las iniciativas de SPI con este enfoque.

A partir del análisis de tres casos de estudio realizados en tres MIPYME que implantaron un PRM, en esta investigación se identificó que para establecer un PRM, las MIPYME requieren cambiar, en forma holística y administrada, su cultura, su estructura, sus políticas, su estrategia, sus procesos, y las habilidades, conocimientos y comportamientos de sus empleados. Asimismo, se identificó que las MIPYME requieren considerar los aspectos personales y sociales que influyen en estos cambios. Por lo tanto, existe una brecha entre lo que necesitan las MIPYME para realizar una iniciativa de SPI y lo que se “sugiere” que realicen, o lo que están realizando. Para enfrentar esta problemática, en esta tesis se propone cambiar el paradigma funcionalista de las iniciativas de SPI hacia un enfoque administrado, holístico y humanístico, llamado *proceso de adopción*. Este concepto surge de la intersección entre la mejora de procesos de software, la gestión del cambio organizacional y la gestión del cambio personal.

A partir del análisis anterior, en esta investigación se propone un modelo que se enfoca en guiar a las MIPYME a adoptar un PRM, llamado ADOPT-PRM. Este modelo se fundamenta en un marco de factores (propuesto en esta investigación) que limitan la continuidad y sustentabilidad de las iniciativas de SPI en las MIPYME, en un análisis comparativo (realizado en esta investigación) de las características y limitaciones de las principales guías

de implantación para las MIPYME, y en las características y restricciones de las MIPYME. ADOPT-PRM es un modelo incremental, iterativo y ágil que propone realizar un proceso de cambio holístico que integre los cambios en todos los elementos de la organización (i.e., en la cultura, en la estructura, en las políticas, y en los empleados), y que considere los aspectos personales y sociales del cambio.

Posteriormente, a partir del análisis del modelo ADOPT-PRM, se identificó un conjunto de mecanismos de soporte que podrían facilitar el proceso de adopción de PRM en las MIPYME. Finalmente, se proponen dos mecanismos de soporte al proceso de adopción. El primero es un marco de competencias para los roles de las iniciativas de SPI en las MIPYME. El segundo es una versión mejorada de una herramienta gráfica que tiene el objetivo de apoyar el proceso de enseñanza/aprendizaje de los PRM.

Palabras Clave: **modelo de referencia de procesos, MIPYME, implantación, proceso de adopción, modelo de adopción, factores de SPI, competencias de SPI.**

Abstract of the thesis presented by Ismael Edrein Espinosa Curiel as a partial requirement to obtain the Doctor in Science degree in Computer Science.

Mechanisms to support the adoption process of a process reference model in micro, small and medium enterprises

Abstract approved by:

Dr. José Alberto Fernández Zepeda

Most implantation guides designed to lead micro, small and medium enterprises (MSEs)¹ to establish a process reference model (PRM), propose strategies from a functionalist perspective. Initiatives with this approach basically suggest organizations to select a PRM, formally assess the processes, and use a mechanical strategy to redesign organizational processes and to meet the specifications of the selected PRM. The functionalist paradigm can help organizations to improve their processes in the short term; however, this approach has limitations to guide organizations in long-term implementations. This situation has contributed to increase the failure rate of SPI initiatives with this approach.

In this work, from the analysis of three case studies conducted in three MSEs that implemented a PRM, we identified that to establish a PRM, MSEs need to change, in a holistic and managed manner, its culture, structure, policies, strategy, processes and the skills, knowledge and behaviors of their employees. Also, we identified that MSEs need to take into account the human and social aspects that influence these changes. Therefore, there is a gap between what organizations need to consider and perform during an SPI initiative and what the implantation guides "suggest" to perform. To address this problem, in this work we propose to shift the functionalist paradigm of the SPI initiatives towards a managed, holistic and humanistic paradigm, called *adoption process*. This concept arises from the intersection among software process improvement, organizational change management, and personal change management.

From the above analysis, we propose a model to support the adoption of a PRM in MSEs, called ADOPT-PRM. This model is based on a framework of factors (proposed in this research) that limit the continuity and sustainability of SPI initiatives in MSEs, on a

¹ The size of the micro, small, and medium enterprises (MSE) varies among countries. In this research, we consider an organization to be an MSE if it has less than 100 employees.

comparative analysis (performed in this research) of the characteristics and limitations of the main implementation guides for MSEs, and on the characteristics of MSEs. ADOPT-PRM is an incremental, iterative and agile model that proposes to conduct a holistic change process that integrates the changes in all organization elements (i.e., in culture, structure, policies, and employees), and that considers the human and social aspects of change.

Subsequently, based on the analysis of the ADOPT-PRM model, we identified a set of support mechanisms that could facilitate the adoption process of PRMs in MSEs. Finally, we propose two support mechanisms for the adoption process. The first is a competency framework for the roles of SPI initiatives in MSEs. The second is an improved version of a graphical tool that aims to support the teaching / learning of the PRMs.

Keywords: process reference model, MSEs, implantation, adoption process, adoption process model, SPI factors, SPI competencies.

Dedicatoria

A Noehmi, a mis padres y a mis hermanos

Sin su apoyo no lo hubiera logrado

Agradecimientos

A Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos.

A mis directores de tesis: Dra. Josefina Rodríguez Jacobo y Dr. Alberto Fernández Zepeda, por su esmero, su apoyo incondicional, sus críticas, sus comentarios y sus sugerencias durante el desarrollo de esta investigación. Siempre les agradeceré su confianza, su paciencia y el haberme aceptado como estudiante de doctorado. Gracias Dra. Josefina por impulsar y apoyar mi desarrollo personal y por hacer fácil lo difícil.

A mi comité de tesis: Dr. Jesús Favela Vara, Dr. José Antonio García Macías y Dr. Víctor González y González, por su tiempo, sus consejos, sus correcciones y por sus invaluable comentarios que me ayudaron a concluir mi trabajo.

Al Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), por haberme permitido desarrollarme intelectualmente. Asimismo, agradezco a todos los empleados de CICESE por su atención y amabilidad en todo lo referente al desarrollo de mis estudios doctorales.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por brindarme los medios para cursar este posgrado.

Contenido

Resumen en español	i
Resumen en inglés.....	iii
Dedicatoria	v
Agradecimientos.....	vi
Contenido	vii
Lista de figuras.....	x
Lista de tablas	xi
Capítulo 1 Introducción y motivación	1
1.1 La industria del software y la mejora de procesos de software	1
1.1.1 La implantación de los PRM en las MIPYME	4
1.1.2 Desde la implantación hacia la adopción de los PRM	7
1.2 Objetivos de la investigación	9
1.3 Preguntas de investigación	10
1.4 Metodología	10
1.5 Contribuciones	12
1.6 Relevancia	12
1.7 Contenido.....	13
Capítulo 2 Análisis de la implantación de los PRM en las MIPYME	15
2.1 Introducción	15
2.2 Trabajo relacionado	16
2.2.1 Estudios empíricos.....	17
2.2.2 Encuestas	19
2.2.3 Revisiones literarias.....	20
2.3 Metodología	21
2.3.1 Descripción de los casos de estudio.....	21
2.3.2 Método de análisis de los datos	23
2.4 Resultados.....	24
2.4.1 Modelo de factores de SPI para las MIPYME	25
2.4.2 Análisis del modelo de factores de SPI para las MIPYME	40
2.4.3 Propiedades de los factores de SPI.....	42
2.4.4 Marco propuesto de factores de SPI para las MIPYME	46
2.4.4.1 Metodología para evaluar y controlar los factores de SPI	47
2.4.4.2 Escenarios de uso	48
2.5 Resumen y discusión	50
2.5.1 Limitaciones del estudio	50
2.5.2 Implicaciones en las investigaciones de SPI en las MIPYME	50
2.5.3 Implicaciones en las prácticas de SPI en las MIPYME	51
Capítulo 3 Análisis de las guías de implantación de los PRM para las MIPYME	52
3.1 Introducción	52
3.2 Identificación de las principales guías de implantación para las MIPYME	53
3.3 Guías de implantación para las MIPYME	54
3.3.1 IDEAL	55

3.3.2 TAPISTRY	56
3.3.3 IMPACT.....	57
3.3.4 MESOPYME	59
3.3.5 PRISMS	60
3.3.6 OWPL.....	62
3.3.7 ASPE-MSA.....	63
3.3.8 IFLAP.....	65
3.3.9 PmCOMPETISOFT	66
3.4 Marco de trabajo propuesto para caracterizar las GI.....	68
3.4.1 Caracterización de las guías de implantación	69
3.4.2 Análisis comparativo de las guías de implantación	69
3.5 Análisis de los factores de SPI que consideran las GI	79
3.5.1 Análisis de los factores externos que consideran las GI.....	81
3.5.2 Análisis de los factores internos que consideran las GI	83
3.5.3 Discusión de las limitaciones de las GI	89
3.6 Resumen y discusión	91
3.6.1 Limitaciones del análisis.....	91
3.6.2 Implicaciones en las investigaciones de SPI en las MIPYME	92
3.6.3 Implicaciones en las prácticas de SPI en las MIPYME.....	92
Capítulo 4 El proceso de adopción de un PRM	93
4.1 Perspectivas de cambio en las iniciativas de SPI	93
4.2 Cambio organizacional en las iniciativas de SPI en las MIPYME	96
4.3 ¿Proceso de adopción de un PRM en las MIPYME?	99
4.4 Retos para el proceso de adopción de un PRM en una MIPYME	101
Capítulo 5 Modelo para guiar la adopción de un PRM en las MIPYME	102
5.1 Introducción.....	102
5.2 Las MIPYME de desarrollo de software y las iniciativas de SPI.....	104
5.3 Requerimientos de las MIPYME para un modelo de adopción	105
5.4 Metodología.....	106
5.5 Modelo para las MIPYME de adopción de los PRM (ADOPT-PRM)	106
5.5.1 Principios de ADOPT-PRM.....	106
5.5.2 Descripción de ADOPT-PRM	108
5.5.3 Etapas del modelo ADOPT-PRM	110
5.5.3.1 Preparación.....	110
5.5.3.2 Definición.....	113
5.5.3.3 Inicio.....	115
5.5.3.4 Ciclos de mejora	117
5.5.3.4.1 Planeación.....	117
5.5.3.4.2 Formulación.....	119
5.5.3.4.3 Ejecución.....	120
5.5.3.4.4 Revisión	121
5.6 Análisis y discusión	123
5.6.1 Comparación con las principales guías de implantación.....	123
5.6.2 Discusión de las características del modelo ADOPT-PRM.....	125
5.7 Mecanismos de soporte al proceso de adopción.....	138
Capítulo 6 Competencias para los roles de SPI	140
6.1 Introducción.....	140
6.2 Revisión de la literatura.....	141

6.2.1 ¿Qué son las competencias?	141
6.2.2 Competencias en las iniciativas de SPI	145
6.3 Metodología.....	146
6.4 Resultados.....	150
6.4.1 Roles en las iniciativas de SPI.....	150
6.4.2 Áreas de conocimiento de las iniciativas de SPI	152
6.4.3 Modelo de competencias de SPI	155
6.4.3.1 Competencias personales.....	156
6.4.3.2 Competencias sociales	157
6.4.3.3 Competencias técnicas	158
6.4.4 Marco de competencias.....	158
6.4.4.1 Escenarios de aplicación del marco de competencias de SPI.....	161
6.4.4.2 Evaluación del marco de competencias.....	162
6.5 Resumen y discusión	164
6.5.1 Limitaciones del estudio	164
6.5.2 Implicaciones en las investigaciones de SPI.....	165
6.5.3 Implicaciones en las prácticas de SPI en las MIPYME.....	166
Capítulo 7 Los Dimod	167
7.1 Introducción.....	167
7.2 Actividades realizadas en esta investigación.....	170
7.3 Principios y propiedades de los Dimod	170
7.3.1 Principios generales de los Dimod.....	170
7.3.2 Propiedades particulares de los Dimod	171
7.3.2.1 Dimod de primer nivel	171
7.3.2.2 Dimod de segundo nivel	174
7.3.2.3 Dimod de tercer nivel.....	176
7.3.2.4 Dimod de rol.....	179
7.4 Procedimiento para elaborar los Dimod	181
7.4.1 Definición de procesos.....	182
7.4.2 Elaboración del Dimod de primer nivel.....	183
7.4.3 Elaboración del Dimod de segundo nivel.....	185
7.4.4 Elaboración del Dimod de tercer nivel	185
7.4.5 Elaboración del Dimod de rol	188
7.5 Actualización de los Dimod para MoProSoft.....	188
7.6 Evaluación de los Dimod	190
7.7 Análisis y discusión de los resultados	191
Capítulo 8 Conclusiones y trabajo futuro.....	195
8.1 Conclusiones	195
8.2 Aportaciones	197
8.3 Trabajo futuro	199
Referencias bibliográficas	202
Apéndice 1. Marco de factores de SPI	214
Apéndice 2. Resúmenes de las características de las GI.....	225
Apéndice 3. Diccionario de competencias	234
Vita	262

Lista de figuras

Figura	Página
Figura 1. Metodología del trabajo de investigación.....	11
Figura 2. Modelo de las interrelaciones de los factores de SPI en las MIPYME.....	26
Figura 3. Versión simplificada de la guía de implantación IDEAL (Gremba y Myers, 1997).	55
Figura 4. Guía de implantación IMPACT (Scott et al., 2001).	57
Figura 5. Versión simplificada de la guía MESOPYME (Villalón et al., 2002).	59
Figura 6. Guía de implantación PRISMS (Allen et al., 2003).	61
Figura 7. Versión simplificada de la guía ASPE-MSC (Wangenheim et al., 2006).	63
Figura 8. Guía de implantación IFLAP (Pettersson et al., 2008).	65
Figura 9. Guía de implantación PmCOMPETISOFT (Pino et al., 2009).	67
Figura 10. Modelo de los cambios organizacionales en las iniciativas de SPI.	99
Figura 11. Proceso de adopción de un PRM.	100
Figura 12. Modelo ADOPT-PRM.	109
Figura 13. Clasificación de las actividades del modelo ADOPT-PRM	110
Figura 14. Etapa "preparación" del modelo ADOPT-PRM.	110
Figura 15. Etapa "definición" del modelo ADOPT-PRM.	113
Figura 16. Etapa "inicio" del modelo ADOPT-PRM.	115
Figura 17. Etapa "planeación" del modelo ADOPT-PRM.	118
Figura 18. Etapa "formulación" del modelo ADOPT-PRM.	119
Figura 19. Etapa "ejecución" del modelo ADOPT-PRM.	120
Figura 20. Etapa "revisión" del modelo ADOPT-PRM.	121
Figura 21. Modelo de competencias (Spencer, 1993).	143
Figura 22. Modelo de competencias para los roles de SPI.	155
Figura 23. Representación de las propiedades del Dimod de primer nivel.	172
Figura 24. Representación de las propiedades de los Dimod de segundo nivel.	175
Figura 25. Representación de las propiedades de los Dimod de tercer nivel.	177
Figura 26. Representación de las propiedades de los Dimod de rol.	180
Figura 27. Secuencia de pasos para elaborar los Dimod de primer nivel.	184
Figura 28. Secuencia de pasos para elaborar los Dimod de segundo nivel.	186
Figura 29. Secuencia de pasos para elaborar los Dimod de tercer nivel.	187
Figura 30. Secuencia de pasos para elaborar los Dimod de rol.	189
Figura 31. Resultados de la evaluación de los Dimod y del Manual MoProSoft.	191

Lista de tablas

Tabla	Página
Tabla 1. Perfiles de las organizaciones que participaron en los casos de estudio.	22
Tabla 2. Clasificación de los factores de SPI identificados.	25
Tabla 3. Clasificaciones de los factores de SPI.	41
Tabla 4. Ejemplo de un factor contenido en el marco de factores de SPI.	46
Tabla 5. Ejemplo de una pregunta para evaluar un factor de SPI.	48
Tabla 6. Nivel de riesgo de los factores de SPI.	48
Tabla 7. Marco de trabajo propuesto para comparar las guías de implantación.	70
Tabla 8. Resumen de las características de las guías de implantación.	72
Tabla 9. Análisis de las metas específicas de las guías de implantación.	73
Tabla 10. Resumen de los factores de SPI que consideran las guías de implantación.	80
Tabla 11. Factores externos que consideran las GI.	82
Tabla 12. Factores internos que consideran las GI – Políticas y estrategia organizacional.	83
Tabla 13. Factores internos que consideran las GI – cultura y clima organizacional.	84
Tabla 14. Factores internos que consideran las GI – estructura organizacional.	85
Tabla 15. Factores internos que consideran las GI – proceso de desarrollo.	86
Tabla 16. Factores internos que consideran las GI – factores de los gerentes.	86
Tabla 17. Factores internos que consideran las GI – factores de los miembros de la organización. .	87
Tabla 18. Factores internos que consideran las GI – factores equipo de SPI.	88
Tabla 19. Factores internos que consideran las GI – factores del proyecto de SPI.	90
Tabla 20. Principales características de las MIPYME	105
Tabla 21. Análisis comparativo del modelo ADOPT-PRM	123
Tabla 22. Roles considerados en las guías de implantación.	152
Tabla 23. Análisis de las áreas de conocimientos de las guías de implantación.	154
Tabla 24. Clasificación de las competencias identificadas.	156
Tabla 25. Marco de competencias de SPI.	160
Tabla 26. Definición de la competencia sensibilización emocional.	161
Tabla 27. Preguntas de ejemplo del cuestionario del manual MoProSoft.	190
Tabla 28. Resultados de los Dimod MoProSoft y del manual de MoProSoft.	191
Tabla 29. Nomenclatura de las propiedades de los factores.	214
Tabla 30. Factores externos de SPI.	215
Tabla 31. Factores internos de SPI – Políticas y estrategia organizacional.	216
Tabla 32. Factores internos de SPI – Cultura y clima organizacional.	217
Tabla 33. Factores internos de SPI – Estructura organizacional.	218
Tabla 34. Factores internos de SPI – Proceso de desarrollo de software.	219
Tabla 35. Factores internos de SPI – Gerentes.	220
Tabla 36. Factores internos de SPI – Miembros de la organización.	221
Tabla 37. Factores internos de SPI – Equipo de SPI.	222

Tabla 38. Factores internos de SPI – Proyecto de SPI.....	223
Tabla 39. Características de la guía de implantación IDEAL (Gremba y Myers, 1997).	225
Tabla 40. Características de la guía de implantación TAPISTRY (Kuvaja et al., 1999).....	226
Tabla 41. Características de la guía de implantación IMPACT (Scott et al., 2001).	227
Tabla 42. Características de la guía de implantación MESOPYME (Villalón et al., 2002).	228
Tabla 43. Características de la guía de implantación PRISMS (Allen et al., 2003).....	229
Tabla 44. Características de la guía de implantación OWPL (Alexandre et al., 2006).	230
Tabla 45. Características de la guía de implantación ASPE-MS (Wangenheim et al., 2006).	231
Tabla 46. Características de la guía de implantación IFLAP (Pettersson et al., 2008).	232
Tabla 47. Características de la guía de implantación PmCOMPETISOFT (Pino et al., 2009).....	233

Capítulo 1

Introducción y motivación

Este capítulo presenta un panorama general de la mejora de procesos de software y describe el problema de investigación. Enseguida presenta la hipótesis, los objetivos y las preguntas de investigación. Finalmente, describe la metodología empleada, las contribuciones y la organización de este documento.

1.1 La industria del software y la mejora de procesos de software

En la actualidad, el software se ha convertido en el eje principal para las sociedades de la información. El software es un componente transversal que tiene repercusiones en la mayoría de las industrias (e.g., salud, alimenticia y educación), en las organizaciones, en los gobiernos y en los individuos, y que está presente en la mayoría de las tecnologías (e.g., automóviles, aviones, computadoras y teléfonos inteligentes) (UNCTAD, 2012).

La producción y el desarrollo de software pueden ayudar a los países a crear empleos, a obtener ingresos, a facilitar el aprendizaje y la innovación, y a habilitar el desarrollo estructural, social y ambiental (UNCTAD, 2012). Actualmente, la industria del software es una de las que tiene mayor crecimiento a nivel mundial. Se estima que esta industria tuvo ingresos por 357 billones de dólares en el 2011 y que actualmente genera alrededor de 10 millones de empleos bien remunerados (UNCTAD, 2012).

Si bien la industria del software tiene un gran potencial, su crecimiento y su desarrollo está restringido por las capacidades limitadas de las compañías de desarrollo de software (UNCTAD, 2012). Estas limitaciones generan que los proyectos tengan excesos considerables en los costos y en los tiempos, una baja aceptación por parte de los clientes, y en el peor de los casos ocasionan su cancelación. Además, las restricciones de las organizaciones limitan su competitividad a nivel regional o global, y restringen su acceso a nuevos mercados. De acuerdo con el Standish Group (2009) en un estudio realizado en

E.U.A. en 2009, el 24% de los proyectos informáticos se cancelaron, el 44% de los proyectos tuvieron problemas durante su ejecución, y solamente el 32% de los proyectos fueron exitosos. Los proyectos que enfrentaron problemas se excedieron en promedio un 53% en los costos estimados y un 84% en el tiempo planeado.

Para solucionar los problemas mencionados anteriormente, las organizaciones de desarrollo de software realizan iniciativas de mejora de procesos (SPI, por sus siglas en inglés ‘Software Process Improvement’). La hipótesis de estas iniciativas es que si se mejora la madurez de los procesos de desarrollo de software, se mejorarán la administración de los proyectos, la calidad de los productos, y la competitividad de la organización (Fayad, Laitinen, y Ward, 2000; Humphrey, 1989). La madurez de un proceso se relaciona estrechamente con la capacidad que tiene una organización de documentarlo, gestionarlo, medirlo, controlarlo y mejorarlo continuamente (Humphrey, 2000).

El alcance de las iniciativas de SPI va desde iniciativas “ligeras” que consideran cambios mínimos en algunos procesos, hasta iniciativas “mayores” que realizan cambios en la mayoría de los procesos para cumplir con las especificaciones de un Modelo de Referencia de Procesos (PRM, por sus siglas en inglés ‘Process Reference Model’). Los PRM son documentos donde se describe un conjunto de buenas prácticas y procesos efectivos que sirven de referencia a las organizaciones para que alcancen niveles de madurez y capacidad en sus procesos de desarrollo de software (Humphrey, 2002; Zeineddine y Mansour, 2003).

Los primeros PRM se publicaron en 1987. En ese año, la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) publicó el estándar ISO-9000, y el Instituto de Ingeniería de Software (SEI) de la Universidad de Carnegie Mellon publicó el Modelo de Madurez de Capacidad (CMM). A partir de esta fecha se han publicado un gran número de modelos. Actualmente, algunos de los PRM más conocidos son CMMI, ISO-12207, ISO-15504, MoProSoft e ISO-29110. De acuerdo con Kelly y Culleton (1999), utilizar un PRM durante una iniciativa de SPI ofrece a las organizaciones las siguientes ventajas:

- Incluyen procesos efectivos que se han evaluado en muchas organizaciones.

- Proveen un “mapa” por niveles para mejorar los procesos.
- Son estándares industriales aceptados a nivel nacional o internacional.
- Permiten comparar fácilmente la madurez de procesos entre organizaciones.
- Ofrecen flexibilidad para ajustar los procesos a las demandas de la organización.
- Existe información de soporte para su implantación.

Para realizar una iniciativa de SPI basada en un PRM, además del PRM, las organizaciones requieren los siguientes elementos: una guía de implantación, un método de evaluación de procesos, y herramientas de soporte. A continuación se describen estos elementos.

- **Guías de implantación (GI).** Son documentos que definen un conjunto de pasos “recomendados” que deben realizar las organizaciones para iniciar y administrar una iniciativa de SPI (Gremba y Myers, 1997). Estas guías sirven como base para que las organizaciones diseñen un plan de mejora de procesos que les permita hacer la transición del estado actual hacia el estado deseado. Algunos ejemplos de guías de implantación son: IDEAL (Gremba y Myers, 1997), MESOPYME (Villalón et al., 2002), y PmCOMPETISOFT (Pino, Hurtado, Vidal, García, y Piattini, 2009).
- **Método de evaluación de procesos.** Son documentos que definen las actividades que tienen que realizar las organizaciones para evaluar la condición de sus procesos de desarrollo con respecto a un PRM. Los métodos de evaluación sirven para identificar las fortalezas y las debilidades de los procesos y para determinar sus niveles de madurez y capacidad. Además, ayuda en la definición de un plan de mejora de procesos. Algunos ejemplos son: SCAMPI para CMMI, ISO-IEC 15502 parte 2 para ISO-IEC 15504, y EvalProSoft para MoProSoft.
- **Herramientas de soporte.** Son sistemas que ayudan a realizar las actividades de SPI. Algunos ejemplos de estas herramientas son las guías electrónicas de procesos, los sistemas para evaluar procesos, y los sistemas para administrar proyectos de SPI.

Los primeros PRM, guías de implantación, y herramientas de soporte se diseñaron para organizaciones grandes, debido a que en el momento de su creación la mayor parte del

desarrollo de software se realizaba en ese tipo de organizaciones; sin embargo, a partir de mediados de la década de los 90, el número de micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYME) que desarrollaban software creció considerablemente. Este cambio en la industria del software generó la necesidad de realizar cambios profundos en las estrategias y metodologías de SPI debido a que las iniciativas de SPI en las MIPYME, no son una versión reducida de las iniciativas de SPI en las grandes organizaciones (Kelly y Culleton, 1999). Asimismo, generó la necesidad de desarrollar nuevos PRM, GI y herramientas de soporte porque las existentes (diseñadas para las grandes organizaciones) no eran adecuadas para las MIPYME (Horvat, Rozman, y Gyorkos, 2000; Richardson, 2002; Wangenheim, Weber, Hauck, y Trentin, 2006).

1.1.1 La implantación de los PRM en las MIPYME

Actualmente, las MIPYME (empresas con menos de 100 empleados²) desempeñan un papel importante en el mercado mundial de productos y servicios de software y son el tipo de empresa que más abunda en esta industria (Fayad et al., 2000; Pino, García, y Piattini, 2008; Wangenheim et al., 2006). Por ejemplo, en E.U.A, Brasil, Canadá, China, India, Finlandia, Irlanda y Hungría las MIPYME representan el 85% de las empresas que desarrollan software (Fayad et al., 2000; Richardson y Gresse von Wangenheim, 2007). En Latinoamérica se estima que el 75% de las organizaciones de desarrollo de software tienen menos de 50 empleados (Mayer y Bunge, 2004). En México se estima que el 92% de las empresas de desarrollo de software tiene menos de 100 empleados y que el 83% de las empresas tienen menos de 50 empleados (Secretaría de Economía, 2004).

Las MIPYME que realizan una iniciativa de SPI basada en un PRM mejoran sus procesos, sus proyectos y la calidad de sus productos, obtienen reconocimiento nacional o internacional, y acceden a nuevos mercados (Cater-Steel, 2001; Humphrey, 2007; Niazi, Wilson, y Zowghi, 2006a); sin embargo, varios estudios han reportado que estas iniciativas

² De acuerdo con la Secretaría de Economía de México. El tamaño de las MIPYME puede variar entre países.

son complejas, largas, costosas, y que las características y condiciones particulares de las MIPYME limitan la continuidad de estas iniciativas (Beecham, Hall, y Rainer, 2003; Hyde y Wilson, 2004; Niazi et al., 2006a; Richardson, 2002).

Por lo general, las MIPYME son muy vulnerables a las condiciones del mercado, tienen restricciones severas en recursos, tienen un número reducido de empleados que generalmente están sobrecargados de trabajo, dependen fuertemente de algunos empleados talentosos, tienen serias deficiencias en la planeación a largo plazo, tienen limitaciones para realizar proyectos en paralelo, y carecen de definiciones formales de procesos, de roles, y de responsabilidades (Demirörs y Demirörs, 1998; Habra, Alexandre, Desharnais, Laporte, y Renault, 2008; Horvat et al., 2000; Kelly y Culleton, 1999).

Debido a lo anterior, las MIPYME requieren estrategias de SPI poco riesgosas, con resultados a corto plazo, y que generen resultados con poca inversión (Allen, Ramachandran, y Abushama, 2003; Richardson, 2002). Esta situación motivó que varios investigadores propusieran nuevos PRM, guías de implantación, y herramientas de soporte que se adaptaran a las necesidades, a las características y al contexto de las MIPYME, y que a su vez demandaran una cantidad menor de recursos y tiempo. A continuación se describen algunos avances en cada uno de estos elementos.

- **PRM.** Inicialmente las MIPYME intentaron implementar los PRM diseñados para organizaciones grandes (e.g., ISO-9000, CMM, ISO-12207, CMMI, o ISO-15504); sin embargo, su utilización no fue exitosa (Coleman y O'Connor, 2008; Horvat et al., 2000; Richardson, 2002; Staples et al., 2007; Zeineddine y Mansour, 2003). Para solucionar este problema, varios investigadores desarrollaron algunos PRM específicos para las MIPYME a partir de los procesos contenidos en los PRM para organizaciones grandes. Por ejemplo, en Europa se elaboraron los modelos PROCESUSS (Horvat et al., 2000) y ADEPT (Mc Caffery, Taylor, y Coleman, 2007); en México se elaboró el modelo MOPROSOFT (Oktaba et al., 2007); en Brasil se desarrolló el modelo MR-MPS.BR (Montoni, Rocha, y Weber, 2009); a nivel Iberoamérica se desarrolló el proyecto COMPETISOFT (Oktaba et al., 2007);

y a nivel internacional se desarrolló el estándar internacional ISO-29110 que está diseñado para empresas muy pequeñas (menos de 25 empleados). Estos modelos disminuyeron el número y el tamaño de los procesos que tenían que implantar las MIPYME, y consecuentemente el número de tareas y la cantidad de recursos requeridos para su implantación.

- **Guías de implantación.** De la misma forma que sucedió con los PRM, las guías de implantación para organizaciones grandes no se adaptaban a las necesidades de las MIPYME. Para solucionar estos problemas se desarrollaron guías de implantación específicas para estos tipos de organizaciones. Algunos ejemplos son las guías TAPISTRY (Kuvaja, Palo, y Bicego, 1999), IMPACT (Scott, Jeffery, Carvalho, D'Ambra, y Rutherford, 2001), MESOPYME (Villalón et al., 2002), PRISMS (Allen et al., 2003), OWPL (Alexandre, Renault, y Habra, 2006), ASPE-MS (Wangenheim et al., 2006), IFLAP (Pettersson, Ivarsson, Gorschek, y Öhman, 2008), y PmCOMPETISOFT (Pino et al., 2009). Estas guías simplificaron el proceso que tenían que seguir las MIPYME para realizar una iniciativa de SPI.
- **Herramientas de soporte.** Por otra parte, algunos investigadores desarrollaron herramientas de soporte diseñadas específicamente para las MIPYME. Algunos ejemplos son las herramientas web SysProVal (García et al., 2012) y TABA WORKSTATION (Montoni et al., 2006). Estas herramientas tienen el objetivo de apoyar la realización de las actividades de SPI.

Los avances mencionados anteriormente han disminuido los costos, los tiempos y la complejidad de las iniciativas de SPI. Por ejemplo, en 1996 el costo estimado de la implantación de CMM era de \$245,000 dólares anuales y en promedio se requerían 79 meses para llegar al nivel máximo de la madurez de los procesos (nivel 5) (Herbsleb y Goldenson, 1996). En el 2004, en una iniciativa de SPI basada en SW-CMM en una MIPYME, Guerrero y Eterovic (2004) invirtieron \$50,000 dólares en un periodo de 10 meses y alcanzaron el primer nivel de madurez de procesos (nivel 1). Por otra parte, los gobiernos han aumentado los subsidios y los apoyos económicos para que las MIPYME

inicien y mantengan una iniciativa de SPI. Por ejemplo, en México el programa para el desarrollo de la industria del software (PROSOFT) ofrece a las MIPYME subsidios hasta del 50% del costo total de la iniciativa de SPI (Secretaría de Economía, 2010).

A pesar de los apoyos económicos y de los avances mencionados anteriormente, las MIPYME frecuentemente abandonan este tipo de iniciativas. En el 2003 se estimó que la tasa de abandono de estas iniciativas era aproximadamente del 70% (Ngwenyama y Nielsen, 2003); sin embargo, un reporte realizado en el 2010 sugiere que la situación empeoró en los últimos años. Este reporte establece que solamente el 20% de las MIPYME evaluadas en CMMI entre abril del 2002 a julio del 2010 (aproximadamente 500 de 2501) se reevaluaron (Software Engineering Institute, 2010). En México se presenta una situación similar, en donde a pesar de los apoyos económicos, se estima que cerca del 68% de las empresas de desarrollo de software tienen vencido su certificación de madurez de procesos de la norma mexicana MOPROSOFT³ (validez de dos años). Esto sugiere que estas empresas perdieron el interés en las iniciativas de SPI o simplemente las abandonaron.

1.1.2 Desde la implantación hacia la adopción de los PRM

La alta tasa de abandono de las iniciativas de SPI en las MIPYME sugiere que es necesario realizar cambios en las estrategias que estas organizaciones utilizan para implantar un PRM. Como se mencionó anteriormente, las MIPYME utilizan una guía de implantación para elaborar sus estrategias de SPI. Cada una de las guías de implantación tienen objetivos particulares y se enfocan en solucionar un conjunto específico de problemas; sin embargo, la mayoría de estas guías proponen estrategias de SPI desde un enfoque funcionalista (llamadas comúnmente implantaciones) (Kautz, Westergaard, y Thaysen, 2001; Kautz, 1998; Qin, 2007). Las implantaciones sugieren básicamente elegir un PRM, realizar una evaluación formal de los procesos, y utilizar una estrategia mecánica para rediseñar los

³ Cifra calculada a partir de los resultados de verificaciones de MOPROSOFT publicados por la empresa NYCE en su página de Internet: <http://www.nyce.org.mx/>. El análisis incluye los resultados publicados hasta agosto del 2011. A partir de esa fecha no se han publicado más resultados.

procesos de la organización y para cumplir con las especificaciones del PRM elegido. El paradigma funcionalista puede ayudar a las organizaciones a mejorar sus procesos a corto plazo; sin embargo, la alta tasa de abandono indica que este enfoque tiene limitaciones para guiar las implantaciones a largo plazo.

Algunos estudios especifican que para realizar iniciativas de SPI “exitosas”, las organizaciones deben considerar, además de los procesos, algunos factores relacionados con la tecnología, la estructura, la administración, y con los aspectos personales y sociales del cambio (Mathiassen, Ngwenyama, y Aaen, 2005; Moitra, 2005; Qin, 2007). Esta situación hace evidente que mientras que las MIPYME necesitan estrategias de SPI que consideren aspectos relacionados con todos los elementos de la organización, las guías de implantación existentes proponen estrategias de SPI que se enfocan principalmente en los procesos. Por lo tanto, existe una brecha entre lo que las guías de implantación “sugieren” que realicen las MIPYME para implantar un PRM y lo que en realidad necesitan realizar. Para enfrentar esta problemática, en esta investigación se propone elaborar una nueva guía (*guía de adopción*) que considere holísticamente los factores que influyen en las iniciativas de SPI en las MIPYME; sin embargo, definir esta nueva guía involucra muchos retos.

Una de las características principales de la nueva guía es la inclusión de los factores de SPI; sin embargo, a pesar de su importancia, el estudio de estos factores ha recibido poca atención, y hasta donde el autor de este documento conoce, no existe un estudio que los analice a profundidad. En consecuencia, existe una carencia de información acerca de los factores que influyen en las iniciativas de SPI en las MIPYME. Debido a lo anterior, es necesario identificar y analizar detalladamente los factores que influyen en las iniciativas de SPI en las MIPYME. Además, para elaborar la guía de adopción propuesta se requiere conocer detalladamente las características principales de las guías de implantación existentes para las MIPYME e identificar sus limitaciones para considerar los factores de SPI; sin embargo, actualmente existe una carencia de esta información. En consecuencia es necesario identificar y analizar las principales guías de implantación para las MIPYME e identificar sus características y sus limitaciones principales.

Finalmente, debido a que el proceso de adopción considera algunos factores que no se han considerado previamente en las iniciativas de SPI, es necesario desarrollar mecanismos de soporte que ayuden a controlar o solucionar algunos de los factores que influyen en estas iniciativas y que a su vez, se adapten a las características y restricciones de las MIPYME. En esta investigación se identificó que es necesario elaborar un marco de las habilidades y los conocimientos para los involucrados en una iniciativa de SPI y una herramienta gráfica que apoye el proceso de enseñanza/aprendizaje de los PRM (Dimod).

1.2 Objetivos de la investigación

La presente investigación tiene el siguiente objetivo general:

Diseñar y validar una guía para apoyar la adopción de los modelos de referencia de procesos en las micro, pequeñas y medianas empresas, y un conjunto de mecanismos de soporte al proceso de adopción.

El objetivo general se divide en los siguientes objetivos específicos:

- Identificar y modelar los factores críticos en la implantación de los modelos de referencia de procesos en las micro, pequeñas y medianas empresas.
- Caracterizar las principales guías de implantación para las micro, pequeñas y medianas empresas e identificar sus limitaciones.
- Definir el concepto de “proceso de adopción de un modelo de referencia de procesos”.

Una vez realizados los objetivos anteriores, se identificaron los siguientes objetivos específicos que se relacionan con la elaboración de los mecanismos de soporte:

- Diseñar y validar un modelo para apoyar la adopción de los modelos de referencia de procesos en las micro, pequeñas y medianas empresas.
- Elaborar y evaluar un marco de competencias para los actores de las iniciativas de mejora de procesos de software.

- Elaborar y evaluar los diagramas de soporte a la enseñanza/aprendizaje de los modelos de referencia de procesos (Dimod).

1.3 Preguntas de investigación

Para lograr el objetivo de la investigación, este trabajo de tesis busca responder las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuáles factores influyen en la implantación de un PRM en las MIPYME?
- ¿Qué interrelación tienen los factores que influyen en la implantación de un PRM en las MIPYME?
- ¿Cuáles limitaciones tienen las guías de implantación para las MIPYME?
- ¿Qué características debe tener un modelo de adopción de un PRM?
- ¿Cuáles competencias requieren los empleados en la adopción de un PRM?

1.4 Metodología

La metodología de este trabajo de investigación se dividió en las siguientes cuatro fases (ver Figura 1).

- **Fase 1 (Análisis).** Esta fase se divide en dos subfases. En la primera subfase se identificaron y clasificaron los factores que influyen en las iniciativas de SPI en las MIPYME y se elaboró un modelo que ilustra sus interrelaciones. Para identificar los factores de SPI se analizó la información de tres casos de estudio realizados en tres MIPYME que implementaron un PRM. En la segunda subfase se analizaron y caracterizaron las principales guías de implantación para las MIPYME y se identificaron sus principales deficiencias en el manejo de los factores que influyen en las iniciativas de SPI en las MIPYME.
- **Fase 2. (Conceptualización del proceso de adopción).** Esta fase se divide en dos subfases. En la primera subfase se conceptualizó el paradigma del proceso de adopción de un PRM. Este paradigma se fundamenta en la información identificada en la Fase 1, y en teorías de cambio organizacional, de compromiso organizacional,

y de cambio en las personas. En la segunda subfase se elaboró una guía de adopción de un PRM para las MIPYME. Esta guía se basa en el concepto del proceso de adopción y en teorías de gestión del cambio organizacional. Además, en esta subfase se identificaron algunos mecanismos de soporte al proceso de adopción.

- **Fase 3.** (Diseño y elaboración de los mecanismos de soporte). En esta fase se elaboró un mecanismo de soporte al proceso de adopción de un PRM en las MIPYME, y se mejoró una técnica de modelado de procesos que ayuda en el proceso de enseñanza/aprendizaje de los PRM.
- **Fase 4.** (Evaluación de los mecanismos de soporte). En esta fase se evaluaron y validaron los mecanismos de soporte propuestos.

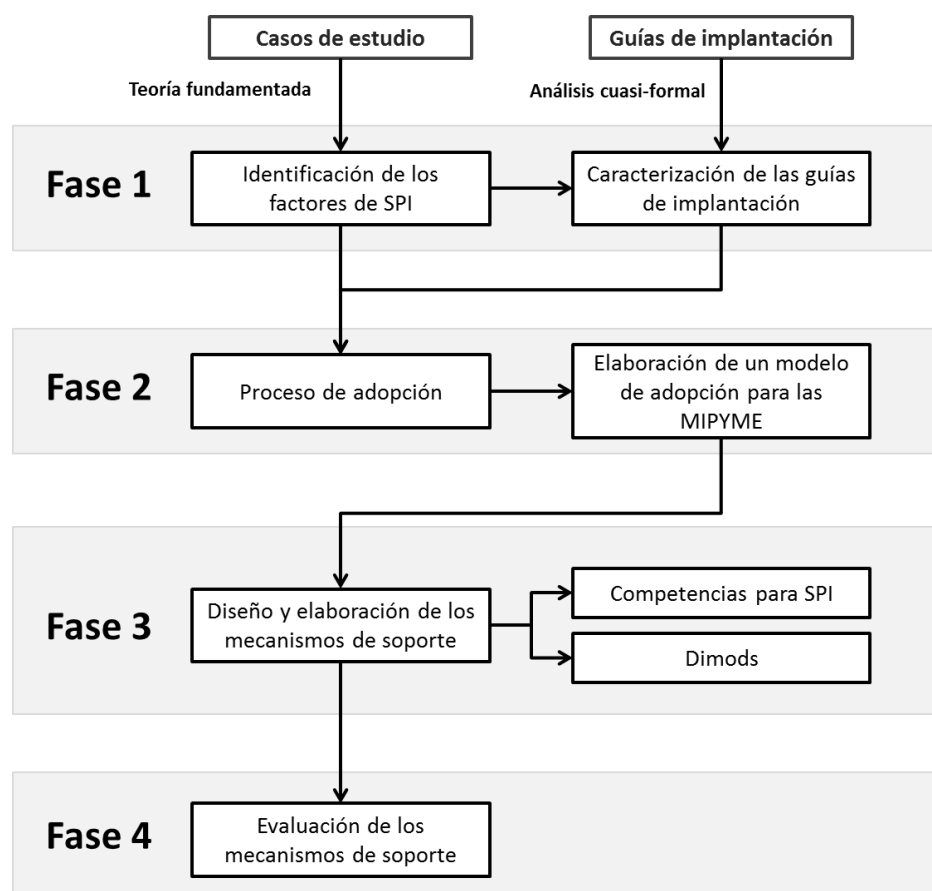


Figura 1. Metodología del trabajo de investigación.

1.5 Contribuciones

Las contribuciones principales de la presente tesis son las siguientes:

- Un marco de los factores que influyen en la adopción de un PRM en las MIPYME y un modelo que ilustra las interrelaciones entre estos factores.
- Un análisis comparativo de las principales guías de implantación para las MIPYME y un análisis de sus limitaciones para considerar los factores de SPI.
- Se propuso el concepto de proceso de adopción de PRM y se elaboró un modelo para apoyar la adopción de un PRM en las MIPYME.
- Un marco de competencias para los involucrados en la adopción de un PRM.
- Un conjunto de Dimod para el modelo MoProSoft.

El Capítulo 8 proporciona una descripción más detallada de las contribuciones.

1.6 Relevancia

En el presente trabajo de investigación se combinan conocimientos de mejora de procesos de software (SPI) con teorías de cambio organizacional, de clima organizacional, de competencias laborales, y de factores humanos y sociales. Debido a esta situación, es posible que parezca extraño o inadecuado relacionar las ciencias de la computación con las ciencias humanas y sociales, o surgirle la duda de cuál es la relación que guardan ambas áreas. Según Denning (2005), la ciencia de la computación estudia procesos de información artificiales o naturales y se convierte en una ciencia exacta cuando trabaja con predicción y verificación por observación, medición y experimentación. Este trabajo de investigación estudia los procesos de información que se generan en el proceso de adopción de un PRM en las MIPYME, se basa en un cuerpo de conocimiento aceptado y sistematizado, y se enfoca en crear modelos para entender y verificar las variables que influyen en dicho proceso. Además, este trabajo sirve como base para desarrollar sistemas para apoyar la realización y la evaluación de un proceso de adopción. Debido a lo anterior, y con base en los criterios de Denning (2005), este trabajo podría clasificarse como de ciencias de la computación con un enfoque hacia las ciencias sociales y humanas.

1.7 Contenido

El resto de este documento se organiza de la siguiente manera:

El **Capítulo 2** (factores de SPI en las MIPYME) resume el proceso de identificación y clasificación de los factores que influyen en la implantación de un PRM en las MIPYME. Además, presenta un marco de los factores de SPI y una metodología para evaluarlos y para diseñar estrategias para mitigarlos o controlarlos.

El **Capítulo 3** (la implantación de los PRM en las MIPYME) presenta la caracterización de las principales guías de implantación para las MIPYME. Además, describe las principales limitaciones de las guías de implantación para controlar los factores de SPI y para guiar el proceso de cambio y de mejora en las MIPYME.

El **Capítulo 4** (proceso de adopción de los PRM) introduce el paradigma del proceso de adopción de un PRM, explica sus orígenes, sus bases conceptuales y los retos que surgen con este nuevo enfoque.

El **Capítulo 5** (modelo de adopción de un PRM) presenta un modelo que sirva de guía para que las organizaciones realicen un proceso de adopción.

El **Capítulo 6** (marco de competencias) define los roles genéricos y las áreas de conocimiento genéricas de las iniciativas de SPI, propone un marco de competencias para los roles de SPI, detalla el proceso de validación del marco de competencias, y discute los resultados obtenidos.

El **Capítulo 7** (Dimod) describe las mejoras realizadas a los diagramas de soporte a la enseñanza/aprendizaje de los PRM (Dimod), propone los Dimod de rol, propone un procedimiento genérico para elaborar los Dimod, y detalla la evaluación y los resultados obtenidos.

El **Capítulo 8** (conclusiones y trabajo a futuro) presenta la discusión del trabajo realizado, las principales aportaciones que surgen como producto del presente trabajo, y las posibles líneas investigación como trabajo futuro.

Posteriormente se incluyen los siguientes apéndices:

- El **Apéndice 1** (marco de factores) detalla las características de los factores que influyen en las iniciativas de SPI en las MIPYME.
- El **Apéndice 2** (resumen de las características de las GI) detalla las características de las principales guías de implantación para las MIPYME.
- El **Apéndice 3** (diccionario de competencias) detalla las definiciones, los niveles, y los comportamientos de las competencias para los roles de SPI.

Capítulo 2

Análisis de la implantación de los PRM en las MIPYME

Este capítulo detalla el proceso realizado para identificar y analizar un conjunto de factores (que llamaremos factores de SPI) que limitan la continuidad y sustentabilidad de las iniciativas de SPI en las MIPYME. Primero se muestra una revisión literaria acerca de los factores de SPI. Posteriormente, se detalla la metodología utilizada para identificar y analizar un conjunto de factores de SPI a partir de tres casos de estudio realizados en tres MIPYME. Enseguida, se presenta un modelo que representa las categorías de los factores de SPI y sus interrelaciones. Finalmente, se introduce un marco de factores de SPI y una metodología para diseñar estrategias para evaluar y mitigar estos factores.

2.1 Introducción

En la última década, la mejora de procesos de software en las MIPYME se ha convertido en una prioridad para los investigadores en el área de SPI. Desde entonces, se han publicado varios estudios que reportan las experiencias y las lecciones aprendidas de la implantación de los modelos de referencia de procesos (PRM, por sus siglas en inglés ‘Process Reference Model’) en las MIPYME. Algunos de estos reportes han identificado que a las iniciativas de SPI en las MIPYME las afecta una variedad de elementos que limitan su continuidad y sustentabilidad y que frecuentemente ocasionan su abandono (Cater-Steel, 2001; Demirörs y Demirörs, 1998; Fayad et al., 2000; Horvat et al., 2000; Kautz, 1998; Richardson, 2002). En la presente investigación, al conjunto de elementos personales, sociales, organizacionales o técnicos que limitan la continuidad y sustentabilidad de las iniciativas de SPI se define como *factores de SPI* (e.g., conocimientos, comportamientos, actitudes, percepciones, sentimientos, situaciones, condiciones, o actividades).

Las MIPYME necesitan mitigar oportunamente los factores de SPI para asegurar la continuidad de sus iniciativas de mejora; sin embargo, normalmente las organizaciones desconocen estos factores y reaccionan hasta que sufren sus efectos negativos (Coleman y

O'Connor, 2007, 2008; Stelzer y Mellis, 1999). En muchas ocasiones, esta reacción retardada puede aumentar la cantidad y profundidad de los daños, la cantidad de recursos y tiempo necesarios para mitigarlos, y puede generar mucho estrés en los empleados porque generalmente éstos no están preparados adecuadamente para mitigarlos (e.g., no cuentan con los conocimientos, los recursos y el tiempo necesario). Asimismo, la reacción retardada puede generar que las organizaciones entren en un ciclo de “apaga fuegos” donde se esfuerzan en solucionar las situaciones actuales y desatienden las situaciones futuras. En el peor escenario, esta acción retardada puede ocasionar el abandono de la iniciativa de SPI.

La situación anterior hace evidente que las MIPYME necesitan estrategias de mejora de procesos que consideren proactivamente los factores de SPI; sin embargo, actualmente existe poca información de estos factores. Hasta donde el autor del presente trabajo tiene conocimiento, no existe un estudio previo que identifique y analice profundamente y holísticamente los factores de SPI en las MIPYME, y que además identifique las interrelaciones y las características de estos factores. En la praxis, esta información podría ayudar a los profesionales de SPI a tener una visión holística de las iniciativas de SPI, a entender las causas directas e indirectas de los factores de SPI, y a diseñar estrategias proactivas para mitigar y controlar estos factores. La problemática mencionada anteriormente motivó el estudio de los factores de SPI en las MIPYME y originó las siguientes preguntas de investigación:

- *¿Cuáles son los factores que influyen en las iniciativas de SPI en las MIPYME?*
- *¿Cuáles son las relaciones entre los factores de SPI de las MIPYME?*
- *¿Cuáles son las características de los factores de SPI?*
- *¿Cómo se pueden diseñar planes para evaluar y controlar los factores de SPI?*

2.2 Trabajo relacionado

A continuación se describen brevemente un conjunto de estudios que identificaron algunos factores de SPI en las MIPYME. Debido a la complejidad de analizar y discutir los factores particulares identificados por cada estudio, los estudios se agruparon de acuerdo a la técnica

de investigación utilizada. A partir de esta clasificación se obtuvieron tres grupos: estudios empíricos, encuestas, y revisiones literarias. Además, los grupos se ordenaron en forma cronológica.

2.2.1 Estudios empíricos

Algunos investigadores han realizado casos de estudios que reportan las experiencias y las lecciones aprendidas de la implantación de los PRM en las MIPYME. Demirörs y Demirörs (1998) realizaron un caso de estudio en una micro compañía (con siete desarrolladores de software) de Turquía que estaba implementando el PRM ISO-9000. Ellos identificaron 13 factores que limitan la realización de las iniciativas de SPI en las MIPYME (e.g., el estado actuales de los procesos y las limitaciones de personal y recursos). Kautz (1998) estudió cómo y bajo cuáles circunstancias la implantación de un PRM puede ser provechosa para las organizaciones pequeñas. Él realizó tres casos de estudio en tres MIPYME e identificó cuatro factores de SPI.

O'Hara (2000) describe brevemente la situación de las iniciativas de SPI en Europa y presenta cuatro casos de estudio. Dentro de los casos de estudio, él identificó siete factores de SPI. Batista y Figueiredo (2000) realizaron un caso de estudio en un micro equipo (menos de 10 personas) que estaba implementando el Modelo de Madurez de Capacidad (CMM). Ellos concluyeron que un equipo tan pequeño no puede implementar CMM fácilmente, y que la administración de los grupos es igual de importante que la administración de los procesos.

Baddoo y Hall (2002) estudiaron los motivadores de las iniciativas de SPI en 13 empresas medianas y grandes de Inglaterra. A partir del análisis cualitativo de los datos obtenidos de 49 grupos focales donde participaron cerca de 200 ingenieros de software, ellos identificaron 31 motivadores. Posteriormente, en un estudio similar, Baddoo y Hall (2003) identificaron 30 desmotivadores de los participantes de la iniciativa de SPI. Ellos demostraron que existen diferencias en los motivadores y desmotivadores entre los grupos y los roles del desarrollo de software.

Beecham et al. (2003) analizaron los problemas de 12 empresas medianas y grandes que tenían una iniciativa de SPI. Ellos analizaron datos cualitativos obtenidos de 45 grupos focales en los que participaron cerca de 200 ingenieros de software. Ellos identificaron que existe una asociación entre la madurez de los procesos de la organización con los patrones de los problemas reportados. Los problemas organizacionales se relacionan más con las compañías con una madurez de procesos alta, mientras que los problemas técnicos se relacionan con las compañías con una madurez baja en sus procesos. Además, ellos identificaron que existen diferencias entre los factores que citan los diferentes roles de desarrollo; por ejemplo, los gerentes citan problemas como las metas, la cultura y las políticas; los administradores de proyectos citan problemas como tiempos, administración del cambio, presupuesto y estimaciones; y los desarrolladores citan problemas como comunicación, documentación, herramientas y tecnología.

Dangle et al. (2005) realizaron un caso de estudio en una compañía pequeña que implementó CMM. Ellos identificaron los siguientes factores de SPI: el compromiso de los empleados con la iniciativa de SPI, dividir la mejora en partes y asignar un líder para cada parte, mejorar la comunicación entre todos los niveles de la organización, realizar reuniones formales y periódicas para evaluar el avance de la iniciativa de SPI, y finalmente, evaluar la experiencia y las habilidades de los participantes de la iniciativa.

Christiansen y Johansen (2008) estudiaron las características de iniciativas de SPI exitosas y fracasadas. A partir de su análisis, ellos identificaron 20 factores que influyen en el éxito o el fracaso de las iniciativas. Ellos identificaron los siguientes factores importantes para compañías con baja madurez: crear un sentido de urgencia, involucramiento de la mayoría de los empleados de todos los niveles, el apoyo y las competencias de la gerencia, y ver la iniciativa como un proyecto. Niazi et al. (2006a) llevaron a cabo un estudio empírico en 29 organizaciones medianas y grandes. Ellos realizaron 34 entrevistas e identificaron los siguientes ocho factores de SPI: capacitación, el compromiso de la gerencia, la definición de una metodología de implantación, las experiencias de los involucrados en la mejora, y los recursos asignados a los involucrados.

2.2.2 Encuestas

Algunos investigadores han realizado encuestas para estudiar los factores que afectan las iniciativas de SPI. Herbsleb y Goldenson (1996) realizaron una encuesta en empresas medianas y grandes de EE.UU. y Canadá que se evaluaron en CMM. Durante la encuesta, ellos enviaron cuestionarios a las organizaciones. Estos cuestionarios incluyen un conjunto de preguntas de opción múltiple que están asociadas a un conjunto de factores previamente identificados. Ellos obtuvieron respuesta de 138 individuos (incluyendo gerentes, líderes de proyectos y desarrolladores) de 56 organizaciones. A partir de los datos de las encuestas, ellos identificaron 19 factores de éxito y de fracaso. Algunos de los factores de éxito son el monitoreo de la iniciativa, el involucramiento de la mayoría de las personas, y el involucramiento de personas con prestigio en la organización. Por otra parte, algunas de las barreras identificadas son la excesiva documentación, y las deficiencias en las políticas organizacionales.

Hall et al. (2002) realizaron una encuesta en 85 empresas de Inglaterra e identificaron nueve factores de SPI. Ellos identificaron que las organizaciones generalmente son ineficientes para evaluar el impacto de las iniciativas de SPI, fallan en proveer los recursos adecuados, y no tienen un número adecuado de personas capacitadas. Rainer y Hall (2002) llevaron a cabo una encuesta en 84 empresas medianas y grandes y encontraron cuatro factores de éxito de la implantación de las iniciativas de SPI: revisiones, estándares y procedimientos, entrenamiento y la experiencia de los empleados. Además, ellos identificaron que a las organizaciones con un nivel de madurez alto les afectan los siguientes factores: liderazgo interno, inspecciones, soporte gerencial, y apropiación de los procesos.

Montoni y Rocha (2007) realizaron una encuesta con empresas de desarrollo de software de Brasil. Durante su estudio, ellos identificaron cinco factores de éxito: entorno organizacional, estrategia eficiente de implantación de SPI, fortaleza de la organización, y compromiso, motivación y aceptación de la iniciativa de SPI. Nasir et al. (2008) realizaron

una encuesta en 29 organizaciones e identificó algunos factores relacionados con la resistencia al cambio (e.g., la falta de involucramiento y participación de los individuos).

2.2.3 Revisiones literarias

Otros investigadores han realizado revisiones literarias de los reportes y casos de estudios de iniciativas de SPI previamente publicados. Stelzer y Mellis (1999) analizaron los reportes de experiencia y casos de estudios de 56 empresas medianas y grandes que implementaron ISO-9000 o CMM. Ellos identificaron diez factores que afectan los cambios organizacionales en las iniciativas de SPI y enfatizaron que la administración del cambio organizacional es esencial para el éxito de la iniciativa de SPI. Dybå (2000) realizó una revisión literaria en administración de la calidad, en aprendizaje organizacional y en mejora de procesos para identificar los factores de éxito de las iniciativas de SPI. Él identificó 37 factores y los agrupó en seis categorías. Posteriormente, a partir de los factores, elaboró un instrumento de evaluación.

Lepasaar et al. (2001) analizaron varios casos de estudio acerca de los PRM y los factores de éxito en las iniciativas de SPI. Ellos identificaron y clasificaron 10 factores de SPI dentro de tres categorías. Chroust (2002) analizó los factores humanos y las barreras psicológicas de los individuos que limitan la implantación de los PRM. Él identificó 27 factores relacionados con la resistencia al cambio durante una iniciativa de SPI. Richardson (2002) identificó que las características de los PRM también pueden limitar su implantación. Ella enfatizó que los PRM deben proveer un rápido retorno de inversión, ser flexibles y fáciles de usar, relacionarse con las metas del negocio, enfocarse en los procesos y aspectos más importantes, y tener el máximo efecto en el menor tiempo posible. Pino et al. (2008) analizaron un conjunto de casos de estudios realizados en las pequeñas organizaciones e identificaron 18 factores de SPI.

Si bien se han realizado varios estudios que identificaron algunos factores de SPI en las MIPYME, actualmente existe una carencia de información acerca de estos factores. Los estudios mencionados anteriormente tienen las siguientes limitaciones:

- Muy pocos estudios se realizaron exclusivamente en micro, pequeñas o medianas empresas.
- La mayoría de los estudios sólo reportan categorías de factores (e.g., factores humanos) y no detallan los factores individuales (e.g., motivación, compromiso, resistencia al cambio, etc.).
- La mayoría de los estudios consideran los factores de SPI como “factores claves”, pero ninguno define las características que los hacen importantes (e.g., su impacto, sus costos, su complejidad, etc.).
- La mayoría de los estudios identificaron los factores en un intervalo de tiempo corto de la iniciativa y ninguno de ellos realizó un análisis longitudinal de los factores.

Además, hasta donde se tiene conocimiento, ningún estudio previo se ha enfocado en analizar profundamente y holísticamente los factores de SPI en las MIPYME. Debido a lo anterior, la presente investigación se enfoca en identificar y clasificar holísticamente y profundamente los factores de SPI en las MIPYME y en identificar sus interrelaciones y sus propiedades.

2.3 Metodología

Para responder las preguntas de investigación se analizó la información de tres casos de estudio realizados en tres MIPYME que implementaron un PRM. A continuación se describen los casos de estudio y la metodología utilizada para identificar a los factores de SPI.

2.3.1 Descripción de los casos de estudio

Los casos de estudio se llevaron a cabo del 2006 al 2009 en tres MIPYME mexicanas que iniciaron la implantación de un PRM. La Tabla 1 muestra los perfiles de las organizaciones participantes. La duración de los casos de estudios fue en promedio de dos años. En el inicio de cada caso de estudio, las organizaciones trabajaban con procesos informales, no habían tenido ninguna experiencia previa en SPI, y tenían un presupuesto reducido para SPI. Durante todos los casos de estudio, las empresas enfrentaron problemas reales

relacionados con la implantación de un PRM, lo que permitió tener confianza en la validez y precisión de los datos obtenidos. En los casos de estudio participaron en total 47 profesionales de todos los roles (e.g., desarrolladores, administradores de proyecto, administradores de la calidad y gerentes).

Tabla 1. Perfiles de las organizaciones que participaron en los casos de estudio.

Compañía	Mercado	Años de antigüedad	Número de empleados	PRM
A	Internacional	20	27	CMMI
B	Nacional	10	5	MoProSoft
C	Nacional	7	17	MoProSoft

Al inicio de cada estudio se obtuvo el apoyo de un patrocinador (el gerente) que otorgó el acceso a la información, a los recursos, a los empleados, a un amplio rango de documentos y a las reuniones. Posteriormente, se realizó un estudio etnográfico para identificar las actividades que los empleados realizaban, cómo se comportaban, cómo interactuaban entre sí, sus habilidades, su conocimiento, sus creencias, sus valores y sus motivaciones. Además, este estudio ayudó a ganarse la confianza y el compromiso de los empleados. Durante los estudios etnográficos se utilizaron las técnicas de observación-participante, notas de campo y entrevistas.

Posteriormente, se realizaron varios ciclos de mejora de procesos de software utilizando la metodología de *investigación-acción* (AR, por sus siglas en inglés ‘Action Research’). Esta metodología facilita la comprensión de las comunidades sociales, sus actividades, y los aspectos que influyen una situación particular para mejorarla (Lewin, 1947). El propósito de AR es “influir o cambiar algunos aspectos que son el centro de la investigación” (Robson, 2002). El moderador que usa AR toma acciones en estrecha cooperación con las personas que están involucradas en la situación que se quiere mejorar (Dittrich, Rönkkö, Eriksson, Hansson, y Lindeberg, 2008). AR es un método cíclico que se divide en cinco etapas: el diagnóstico, la planeación de la acción, la ejecución de la acción, la evaluación y el aprendizaje específico.

Para recolectar la información durante los ciclos de mejora se utilizaron las técnicas de observación-participante, entrevistas semi-estructurada y cuestionarios. La técnica de observación-participante se usó para estudiar a los empleados cuando realizaban sus actividades de SPI y cuando participaban en actividades grupales. Una ventaja de las observaciones es que éstas proveen una comprensión más profunda del fenómeno estudiado (Runeson y Höst, 2009). Al utilizar esta técnica, los investigadores se convierten en parte del equipo de SPI y los miembros del equipo los ven como un miembro más. Las observaciones se enfocaron en identificar las limitaciones y problemas que experimentaban los empleados durante la iniciativa de SPI, y en los aspectos que limitaban o fortalecían la iniciativa de SPI. Los datos se recolectaron de todos los estratos y grupos de la organización, evitando concentrarse sólo en un grupo específico (e.g., los administradores o los desarrolladores).

Para mejorar la comprensión de las observaciones, se realizaron entrevistas semi-estructuradas. Regularmente se entrevistaban a los involucrados de las iniciativas una a dos veces por mes, incluyendo a los gerentes, administradores de proyectos e ingenieros de software. La cantidad de entrevistas se determinaba utilizando el criterio de saturación. Este criterio especifica que se deben suspender la realización de entrevistas cuando no se obtenga nueva información a partir de las entrevistas más recientes. La duración de las entrevistas en promedio fue de media hora; sin embargo, los investigadores y los entrevistados tenían la libertad de determinar el fin de la entrevista. Antes de las entrevistas, y considerando la opinión de los entrevistados, los investigadores hacían los arreglos con respecto a la hora y el lugar de las mismas. Las entrevistas se grabaron para transcribirlas posteriormente. Finalmente, se aplicaron algunos cuestionarios para recolectar información adicional con respecto a algunos factores de SPI.

2.3.2 Método de análisis de los datos

Para identificar a los factores de SPI, se transcribieron las entrevistas y las notas de las observaciones. Durante el proceso de transcripción, se verificó que no hubiera cambios a los datos originales de la entrevista. Posteriormente, se usó teoría fundamentada para

analizar las transcripciones. La *teoría fundamentada* (GT, por sus siglas en inglés ‘Grounded Theory’) es un método de investigación que define una serie de pasos para obtener y analizar sistemáticamente datos para explorar un fenómeno particular y para desarrollar una teoría (Strauss y Corbin, 1998).

Para analizar la información, primero se utilizó la técnica de codificación abierta. Durante esta fase se realizó una lectura exhaustiva (i.e., línea por línea) y repetitiva de las transcripciones y se asignaron códigos que señalan fragmentos de la información que resaltaban un factor de SPI. Una vez que se realizó la selección de los fragmentos de información relevantes y se codificaron todas las frases relevantes, se elaboraron las primeras categorías. Estas categorías constituyen una agrupación de frases coincidentes de diferentes informantes. Posteriormente, se procedió a nombrar cada categoría a partir de la interpretación de las frases que contenía. Para verificar la parcialidad de los investigadores, se realizó un análisis de confiabilidad entre evaluadores⁴. Una vez definidas todas las categorías, se procedió a la codificación axial. Esta técnica permite crear conexiones entre las categorías y subcategorías e identificar las dimensiones de los factores. Los métodos de teoría fundamentada se han utilizado ampliamente en el área de Ingeniería de Software y en SPI (Adolph, Hall, y Kruchten, 2011; Coleman y O’Connor, 2007, 2008). Esto permite validar esta técnica como una herramienta metodológica de análisis.

2.4 Resultados

En esta sección se discuten los resultados del análisis de la información de los casos de estudio. Primero se define un modelo que integra las categorías de factores de SPI y sus interrelaciones. Posteriormente, se detallan las propiedades identificadas de los factores de SPI. Finalmente, se detalla el marco de factores de SPI que describe las propiedades de cada uno de los factores identificados.

⁴ Se pidió a otro investigador, el cual no estaba familiarizado con el tema de investigación, que identificara los factores de SPI en tres transcripciones de entrevistas que fueron seleccionadas aleatoriamente. Se compararon los resultados del investigador con los resultados previos y no se encontraron inconsistencias.

2.4.1 Modelo de factores de SPI para las MIPYME

El análisis con teoría fundamentada permite desarrollar en forma sistémica una teoría a partir de los datos originados en las experiencias de los individuos. Una *teoría* se puede definir como un conjunto de categorías (conceptos) que se relacionan sistemáticamente a través de declaraciones de relaciones y que conforman un marco teórico que explica un fenómeno social relevante (Strauss y Corbin, 1998).

En esta investigación se identificó un conjunto de 132 factores que influyen en la continuidad y sustentabilidad de la iniciativa de SPI. Estos factores se agruparon basándose en su origen en dos categorías principales llamadas “factores internos” y “factores externos”. La categoría *factores externos* agrupa al conjunto de factores de SPI que se originan fuera de la organización, y por el contrario, la categoría *factores internos* agrupa al conjunto de factores de SPI que se originan dentro de la organización. Además, las categorías principales se dividen en subcategorías (conceptos). La Tabla 2 muestra las subcategorías que contiene cada categoría principal y el número de factores que contiene las subcategorías. En el Apéndice 1 se encuentran las tablas que detallan los factores que contiene cada subcategoría. Por notación, en lo que resta de esta sección las categorías y subcategorías de los factores se expresan entre comillas (“”).

Tabla 2. Clasificación de los factores de SPI identificados.

Categoría principal	Subcategoría (conceptos)	# de factores
Factores externos	Entorno organizacional	3
	PRM	6
	Consultores	4
Factores internos	Políticas y estrategia organizacional	7
	Cultura y clima organizacional	10
	Estructura organizacional	12
	Proceso de desarrollo de software	12
	Miembros gerenciales (gerentes)	9
	Miembros de la organización (empleados)	19
	Miembros del equipo de SPI	14
	Proyecto de SPI	36
Total		132

La influencia que un concepto puede tener sobre otro concepto la determina la relación entre sus dimensiones (factores). En este estudio se identificó que los conceptos de la categoría “factores externos” tienen influencia en los conceptos de la categoría “factores internos”. Además, se identificó que existe una fuerte interrelación entre los conceptos de la categoría “factores internos”. La Figura 2 ilustra el modelo de las interrelaciones de los conceptos. En esta imagen los factores internos se ubican dentro de un cuadro gris con la leyenda ‘organización’. Por el contrario, los factores externos se ubican fuera del cuadro gris. A continuación, se definen las categorías, los conceptos, las dimensiones de los conceptos (factores de SPI), y las relaciones entre las dimensiones. En lo que resta de esta sección, los nombres de los factores se escriben en *itálicas* para facilitar su identificación.

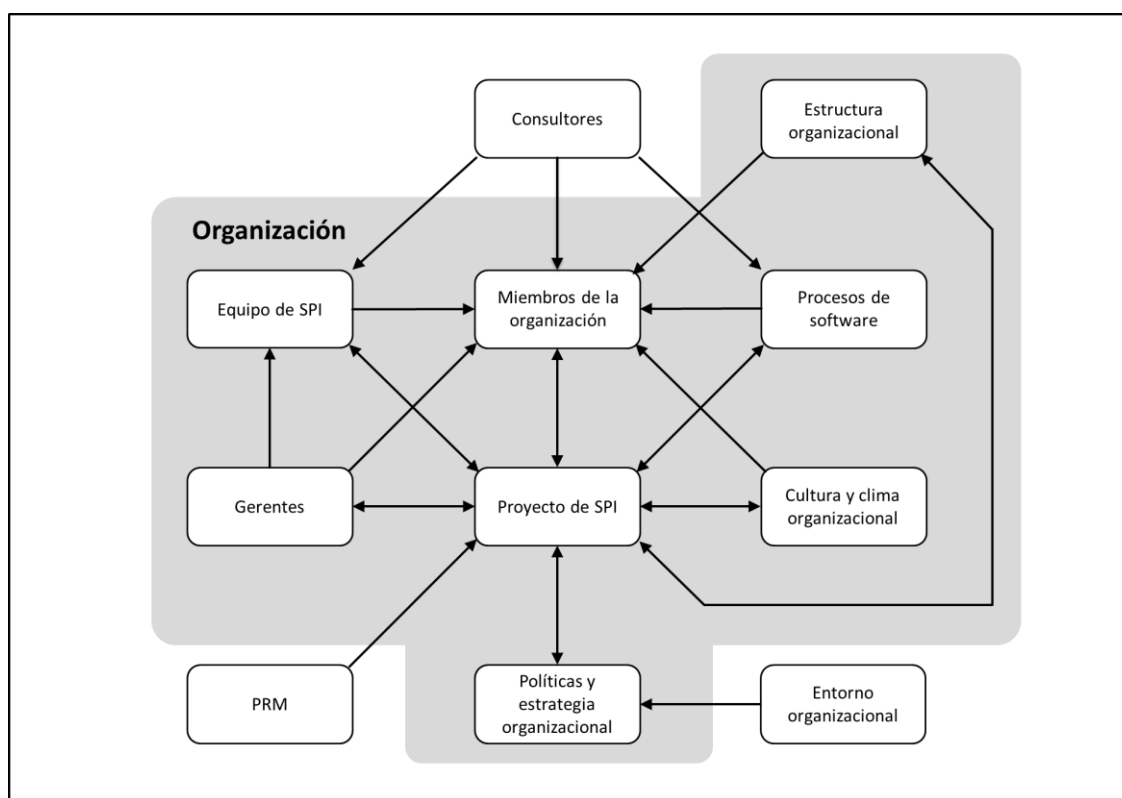


Figura 2. Modelo de las interrelaciones de los factores de SPI en las MIPYME.

Factores externos. Son el conjunto de factores que se generan fuera de la organización y que influyen en la continuidad y sustentabilidad de la iniciativa de SPI (ver

Tabla 30 en el Apéndice 1). Esta categoría contiene los siguientes conceptos:

- **Entorno organizacional.** Es el conjunto de factores relacionados con el entorno de la organización. Este concepto incluye los siguientes tres factores: *disposición de apoyos y subsidios para SPI, presión del mercado, y satisfacción de los clientes*. Este concepto influye solamente en el concepto “políticas y estrategia organizacional” (ver Figura 2).
- **PRM.** Es el conjunto de factores relacionados con las características del PRM que la organización implementará. Esta categoría contiene los siguientes seis factores: *compatibilidad del PRM con las características de la organización, compatibilidad del PRM con los proyectos de la organización, conocimientos y habilidades requeridas por el PRM, metodologías de apoyo a la implantación del PRM, tecnologías y herramientas de soporte para el PRM, y experiencias y casos de éxito de la implantación del PRM*. Este concepto influye solamente en el concepto “proyecto de SPI” (ver Figura 2).
- **Consultores.** Es el conjunto de factores relacionados con la eficiencia de los consultores de la organización. Esta categoría contiene los siguientes cuatro factores: *conocimientos y habilidades en SPI y en los PRM, conocimientos y habilidades para gestionar el cambio, conocimientos y habilidades para integrar equipos de SPI, y experiencia en iniciativas de SPI*. Este concepto influye en los conceptos “equipo de SPI”, “miembros de la organización” y “proceso de desarrollo de software” (ver Figura 2).

Factores internos. Son el conjunto de factores que se generan dentro de la organización y que influyen en la continuidad y sustentabilidad de la iniciativa de SPI. Esta categoría contiene los siguientes conceptos:

- **Políticas y estrategia organizacional.** Es el conjunto de factores relacionados con la estrategia y las políticas organizacionales, y el grado que éstas facilitan y apoyan a la iniciativa de SPI. Esta categoría contiene siete factores que van desde el factor *estabilidad de la organización* hasta el factor *presupuesto asignado a la iniciativa*

de SPI (ver Tabla 31 en el Apéndice 1). Este concepto influye solamente en el concepto interno “proyecto de SPI”. Por otra parte, a este concepto lo influyen el concepto externo “entorno organizacional” y el concepto interno “proyecto de SPI” (ver Figura 2). A continuación se describen las relaciones de este concepto con los conceptos que lo afectan:

- Entorno organizacional. El factor del entorno organizacional *disposición de apoyos económicos para SPI* influyen en los factores de la estrategia organizacional *presupuesto asignado a la iniciativa de SPI* y *prioridad asignada a la iniciativa de SPI*. Por ejemplo, un miembro gerencial señaló:

“en este momento la prioridad de la organización es la mejora de procesos; sin embargo, si disminuyen los apoyos económicos, creo que ya no será una prioridad de la organización y disminuiré el personal y los recursos asignados”

Además, los factores del entorno organizacional *presión del mercado* y *satisfacción de los clientes* influye en el factor de la estrategia organizacional *prioridad asignada a la iniciativa de SPI*. Por ejemplo, un miembro gerencial señaló:

“la mayoría de los clientes actuales no me piden que cumpla con un modelo; sin embargo, realizaré la mejora de procesos para acceder a proyectos de gobierno que requieren que las empresas estén certificadas en modelos de calidad”

- Proyecto de SPI. Los factores del proyecto de SPI *beneficios que ofrece la iniciativa al negocio* y *obtención de resultados a corto plazo* influye en el factor de la estrategia organizacional *prioridad asignada a la iniciativa de SPI*. Por ejemplo, un miembro gerencial señaló:

“la prioridad de la iniciativa está en función de los beneficios que le traiga a la organización, por ejemplo, reducción en los costos de desarrollo, en el retorno de la inversión y en qué tan rápido veré esos resultados”

- **Cultura y clima organizacional.** Es el conjunto de factores relacionados con la cultura y el clima organizacional, y con el grado que éstos apoyan a la iniciativa de SPI. Esta categoría contiene diez factores que van desde el factor *apertura de la cultura organizacional* hasta el factor *colaboración con los beneficios de la organización* (ver Tabla 32 en el Apéndice 1). Este concepto influye en los conceptos internos “proyecto de SPI” y “miembros de la organización”. Por otra parte, a este concepto lo influye solamente el concepto interno “proyecto de SPI” (ver Figura 2). A continuación se describe la relación de este concepto con el concepto que lo afecta:
 - Proyecto de SPI. El factor del proyecto de SPI *cambios personas requeridos por la iniciativa de SPI* influye en el factor de la cultura y clima organizacional *seguridad en el puesto de trabajo*. Por ejemplo, un miembro organizacional señaló:

“...la iniciativa de SPI está cambiando mis responsabilidades y eso afecta mi influencia en los proyectos de desarrollo de software; ahora otros están haciendo algunas actividades de mi puesto de trabajo...”

- **Estructura organizacional.** Es el conjunto de factores relacionados con la estructura de la organización, y con el grado que ésta apoya a la iniciativa de SPI. Esta categoría contiene doce factores que van desde *grado de definición de los roles y responsabilidades* hasta *la eficiencia de los mecanismos de involucramiento en el proyecto de SPI* (ver Tabla 33 en el Apéndice 1). Este concepto influye en los conceptos internos “miembros de la organización” y “proyecto de SPI”. Por otra parte, a este concepto lo influye solamente el concepto interno “proyecto de SPI” (ver Figura 2). A continuación se describe la relación de este concepto con el concepto que lo afecta:
 - Proyecto de SPI. El factor del proyecto de SPI *cambios organizacionales requeridos* influye en el factor de la estructura organizacional *definición de*

roles y responsabilidades y medición del trabajo. Por ejemplo, un miembro organizacional señaló:

“el proyecto de SPI ha cambiado las responsabilidades asociadas a mi rol, ahora tengo que hacer actividades nuevas y algunas otras que realizaban otros compañeros”

Además, el factor del proyecto de SPI *cambios organizacionales requeridos* influye en el factor de la estructura organizacional *medición del trabajo diario*. Por ejemplo, un miembro organizacional señaló:

“antes no cuantificábamos y evaluábamos nuestro trabajo, ahora llevamos un control del tiempo que dedicamos a cada actividad y me ayuda para planificar mejor mi trabajo”

- **Procesos de desarrollo de software.** Es el conjunto de factores relacionados con la condición actual del proceso de desarrollo de software, y la cantidad de cambios requeridos para satisfacer las especificaciones del PRM. Esta categoría contiene doce factores que van desde *definición de los procesos de desarrollo actuales* hasta los *mecanismos de manejo administración de riesgos* (ver Tabla 34 en el Apéndice 1). Este concepto tiene influencia en los conceptos internos “miembros de la organización” y en “proyecto de SPI”. Por otra parte, a este concepto lo influyen el concepto externo “consultores” y el concepto interno “proyecto de SPI” (ver Figura 2). A continuación se describen las relaciones de este concepto con los conceptos que lo afectan:

- **Consultores.** El factor de los consultores *experiencia en iniciativas de SPI* influye en el factor del proceso de desarrollo de software *adaptación de los procesos a las características de la organización*. Por ejemplo, un miembro organizacional señaló:

“...el consultor tiene bastante experiencia y logró adaptar el modelo MoProSoft a las necesidades y características de la organización, y eso evitó

que tengamos que realizar actividades que no tienen sentido o no nos ofrecen ventaja en el desarrollo de software...”

- Proyecto de SPI. El factor del proyecto de SPI *consideración de las características de la organización* influye en el factor del proceso de desarrollo de software *alineación de los procesos con los objetivos de la organización*. Por ejemplo, un miembro gerencial señaló:

“...un factor importante es que siempre consideramos la iniciativa de SPI como un medio para alcanzar los objetivos de la organización y nos enfocamos en ajustar los procesos para cumplir tal fin, por ejemplo, un objetivo fue ser más competitivos y por eso ajustamos los proceso para reducir el número de errores, los costos y los tiempos...”

- **Miembros gerenciales.** Es el conjunto de factores relacionados con las habilidades y los conocimientos de los gerentes, y con sus emociones y actitudes con respecto a la organización y a la iniciativa de SPI. Esta categoría contiene nueve factores que van desde *el liderazgo de la gerencia* hasta *la participación en la iniciativa de SPI* (ver Tabla 35 en el Apéndice 1). Este concepto tiene influencia en los conceptos internos “miembros de la organización”, “equipo de SPI”, e “iniciativa de SPI” (ver Figura 2). Por otra parte, a este concepto lo influye solamente el concepto interno “proyecto de SPI”. A continuación se describe la relación de este concepto con el concepto que lo afecta:

- Proyecto de SPI. El factor del proyecto de SPI *visibilidad de los beneficios de la iniciativa de SPI* tiene influencia en el factor de los gerentes *compromiso y patrocinio de la iniciativa de SPI*. Por ejemplo, un miembro gerencial señaló:

“...es difícil apoyar la iniciativa de SPI si no está claro en cómo me va a ayudar a ganar más proyectos o vender más productos...”

- **Miembros de la organización.** Es el conjunto de factores relacionados con las habilidades y los conocimientos de los miembros de la organización, y con sus

emociones y actitudes con respecto a la organización y a la iniciativa de SPI. Esta categoría contiene 19 factores que van desde el factor *sensibilización y adaptación al cambio organizacional* hasta el factor *involucramiento y contribución con la iniciativa de SPI* (ver Tabla 36 en el Apéndice 1). Este concepto influye solamente en el concepto interno “proyecto de SPI”. Por otra parte, este concepto lo influyen el concepto externo “consultores” y la mayoría de los conceptos internos (ver Figura 2). A continuación se describen las relaciones de este concepto con los conceptos que lo afectan:

- Consultores. El factor de los consultores *conocimientos y habilidades en SPI* influyen en los factores de miembros de la organización *motivación y el compromiso con la iniciativa de SPI* e *importancia asignada a la iniciativa de SPI*. Por ejemplo, un miembro de la organización señaló:

“...el consultor me explicó claramente los aspectos más importantes y los riesgos de la iniciativa de SPI, y escucha mis inquietudes, eso hace que me sienta más motivada para continuar apoyando la iniciativa de SPI...”

- Proyecto de SPI. El factor del proyecto de SPI *claridad y realismo de las necesidades de mejora* influye al factor de los miembros de la organización *aprobación y apoyo de la iniciativa de SPI*. Por ejemplo, un miembro de la organización señaló:

“... en este momento la mayoría de los proyectos los terminamos a tiempo y los clientes se sienten satisfechos, no tiene sentido implantar el modelo de procesos solamente para tener un certificado...”

Además, los factores del proyecto de SPI *visibilidad de los beneficios para los empleados y cambios personales requeridos por la iniciativa de SPI* influyen en el factor de los miembros de la organización *involucramiento y contribución con la iniciativa de SPI*. Por ejemplo, un miembro de la organización señaló:

“...no veo cuál es el beneficio de la iniciativa de SPI para los empleados, sólo veo que es más trabajo y capacitaciones, y en este momento no creo que sea buena idea...”

Por otra parte, el factor del proyecto de SPI *eficiencia de los mecanismos de comunicación* influye el factor de los miembros de la organización *comprensión de la iniciativa de SPI*. Por ejemplo, un miembro de la organización señaló:

“...a pesar de que asistí a la reunión de información no me queda claro cómo se va a implantar el modelo de procesos...”

- Gerentes. Las actitudes de los gerentes tienen influencia en los miembros de la organización. El factor gerencial *patrocinio y compromiso con la iniciativa de SPI* influye en el factor de los miembros de la organización *importancia asignada a la iniciativa de mejora*. Por ejemplo, un miembro de la organización señaló:

“...si el gerente no muestra un compromiso claro y provee todos los recursos necesarios, los miembros de la organización desestimarán la iniciativa de SPI...”

Además, el factor gerencial *habilidades de la gerencia para crear la visión de iniciativa de SPI* influye en el factor de los miembros de la organización *apoyo y aprobación de la iniciativa de SPI*. Por ejemplo, un miembro de la organización señaló:

“...yo veo que el proyecto de mejora no tiene sentido, el gerente no tiene una visión clara a corto y largo plazo de lo que se logrará con esta iniciativa...”

- Cultura y clima organizacional. Estos elementos tienen influencia en los miembros de la organización. El factor de la cultura organizacional *apertura al cambio organizacional* influye en el factor de los miembros de la organización *sensibilización y adaptación al cambio*. Por ejemplo, un miembro de la organización señaló:

“...en la organización no se aprecian las nuevas ideas que pueden facilitar los procesos, prefieren las formas tradicionales de hacer las cosas...”

Además, el factor del clima organizacional *satisfacción laboral* afecta el factor de los miembros de la organización *motivación y el compromiso con la iniciativa de SPI*. Por ejemplo, un miembro de la organización señaló:

“...hay varios empleados que no están satisfechos laboralmente y solamente hacen como que apoyan la iniciativa, evidentemente no les motiva dedicarle tiempo y esfuerzo a la iniciativa de SPI...”

- Estructura organizacional. El factor de la estructura organizacional *flexibilidad de la estructura organizacional* influye en los factores de los miembros de la organización *tiempo para las actividades de SPI y conflictos entre las responsabilidades de SPI y las responsabilidades productivas*. Por ejemplo, un miembro de la organización señaló:

“...no puedo terminar los pendientes del proyecto de desarrollo y no puedo aceptar la responsabilidad de nuevas actividades en la iniciativa de SPI, o me dedico a desarrollar o me dedico a la iniciativa de SPI...”

- Equipo de SPI. El factor de los miembros del equipo de SPI *conocimientos y habilidades de los miembros del equipo de SPI* influye en los factores de los miembros de la organización *motivación y compromiso con la iniciativa de SPI* y la *importancia asignada a la iniciativa de SPI*. Además, el factor de los miembros del equipo de SPI *eficiencia en la ayuda y asesoramiento del equipo de SPI* influye en el factor de los miembros de la organización *capacitación y conocimientos del PRM*. Por ejemplo, un miembro de la organización señaló:

“...tengo muchas dudas acerca del modelo de procesos que está implantando la organización y ya le pregunte al líder pero no pudo aclarar mis dudas, creo que no conoce muy bien el modelo de procesos...”

- Proceso de desarrollo de software. El factor del proceso de desarrollo de software *eficiencia en la administración de los proyectos* influye en el factor de los miembros de la organización *importancia asignada a las políticas de mejora*. Por ejemplo, un miembro de la organización señaló:

“...siendo sinceros, tenemos muchos problemas en los proyectos, nunca los terminamos a tiempo y siempre hay nuevos requerimientos y cosas no contempladas, creo que es necesario que se mejore la forma en que administramos los proyectos y que desarrollamos software...”

- **Equipo de SPI.** Es el conjunto de factores relacionados con las características y condiciones del equipo de SPI. Esta categoría contiene 14 factores que van desde *el conocimiento y habilidades del líder de SPI* hasta la *credibilidad en el equipo de SPI* (ver Tabla 37 en el Apéndice 1). Este concepto tiene influencia en los conceptos internos “miembros de la organización” y “proyecto de SPI”. Por otra parte, a este concepto lo influyen el concepto externo “consultores” y los conceptos internos “gerentes” y “proyecto de SPI” (ver Figura 2). A continuación se describen las relaciones de este concepto con los conceptos que lo afectan:

- Consultores. El factor de los consultores *conocimientos y habilidades en SPI y en los PRM* influye en el factor *eficiencia del equipo de SPI*. Por ejemplo, un miembro del equipo de SPI señaló:

“...el consultor tiene mucha experiencia y conocimientos en mejora, nos guía y nos da buenas ideas de cómo cambiar los procesos y cómo evaluar los cambios, esto facilita nuestras actividades...”

- Gerentes. El factor gerencial *conocimientos del proceso de desarrollo* influye en el factor del equipo de SPI *eficiencia del equipo de SPI*. Por ejemplo, un miembro del equipo de SPI señaló:

“...el gerente no tiene claro cuáles son los procesos y proyectos que requieren mejoras, y en ocasiones propone mejoras que no son una prioridad para el proceso de desarrollo...”

Además, El factor gerencial *patrocinio de la gerencia hacia la iniciativa de SPI* influye en el factor del equipo de SPI *comportamientos de los miembros del equipo de SPI*. Por ejemplo, un miembro del equipo de SPI señaló:

“...cómo espera el gerente que realicemos las mejoras si no nos provee de las cosas que necesitamos para realizarlo y no se preocupa por la iniciativa de SPI, el sólo espera que realicemos las actividades y el darse el crédito por los resultados...”

- Proyecto de SPI. Los factores del proyecto de SPI *enfoque hacia la mejora incremental y continua y consideración de los cambios personales requeridos* influyen en el factor *eficiencia del equipo de SPI*. Por ejemplo, un miembro del equipo de SPI señaló:

“...debido a que en la iniciativa es importante mejorar incrementalmente y escuchar la opinión de los empleados acerca de los cambios, los empleados ven que realizamos pequeños cambios y que tomamos en cuenta sus opiniones y sentimientos, y eso facilita que realicemos los cambios en los procesos...”

- **Proyecto de SPI.** Es el conjunto de factores relacionados con las características y el estado del proyecto de SPI. Esta categoría contiene 36 factores que van desde *visión, objetivos, y metas de la iniciativa de SPI* hasta los *mecanismos de manejo de la resistencia al cambio* (ver Tabla 38 en el Apéndice 1). Este concepto influye en todos los conceptos internos. Por otra parte, a este concepto lo influyen el concepto externo “PRM” y todos los conceptos internos (ver Figura 2). A continuación se describen las relaciones de este concepto con los conceptos que lo afectan:

- PRM. El factor del PRM *tecnologías y herramientas de soporte para el PRM* influye en el factor del proyecto de SPI *eficiencia de las tecnologías y herramientas de soporte*. Por ejemplo, un miembro del equipo de SPI señaló:

“...no existen muchas herramientas que faciliten la implantación de MoProSoft, actualmente tenemos que desarrollar nuestras herramientas pero aún no son completamente funcionales y tenemos que modificarlas constantemente...”

Además, el factor del PRM *compatibilidad con las características de la organización* influye en el factor del proyecto de SPI *adaptación a las características de la organización*. Por ejemplo un gerente comentó:

“...Considero que debemos iniciar con la implantación de MoProSoft porque es un modelo diseñado para pequeñas organizaciones, tiene menos procesos, y se adecua más a las características de la organización...”

- Miembros de la organización. Los factores de los miembros de la organización *comprensión de la iniciativa de SPI* y *tiempo para actividades de SPI* influyen en el factor del proyecto de SPI *ventaja relativa de los nuevos procesos*. Por ejemplo, un miembro de la organización señaló:

“...no entiendo los beneficios de la iniciativa de SPI y no creo que sea una prioridad en este momento, además no tengo mucho tiempo para dedicarle, propongo que los procesos pueden continuar así y luego que tenga tiempo hago las modificaciones...”

- Gerentes. El factor gerencial *habilidades para crear la visión de iniciativa de SPI* influye en el factor del proyecto de SPI *adaptación de la iniciativa de SPI a las características de la organización*. Por ejemplo, un miembro de la organización señaló:

“...la visión actual de la iniciativa de SPI es para otro tipo de empresa, por ejemplo para empresas grandes, nosotros requerimos una visión que se adecue a la situación actual de la organización y al tipo de proyectos que traemos en curso...”

Además, el factor gerencial *expectativas gerenciales de la iniciativa de SPI* influye en el factor del proyecto de SPI *masa crítica apoyando la iniciativa de SPI*. Por ejemplo, un miembro de la organización señaló:

“...muchos de los empleados no estamos de acuerdo con el proyecto, porque las expectativas son muy altas y el gerente quiere estandarizar los procesos en poco tiempo sin darnos tiempo para poder adaptar los proyectos a los nuevos procesos...”

- Equipo de SPI. El factor del equipo de SPI *habilidades y conocimientos del líder de SPI* influye en el factor del proyecto de SPI *gestión de los riesgos de SPI*. Por ejemplo, un miembro de la organización señaló:

“...el líder de SPI no tiene conocimientos de cómo mejorar los procesos, solamente lo pusieron porque ahorita es la persona que tiene más tiempo libre para dedicarle al proyecto de SPI, y propuso un conjunto de actividades y no consideró los riesgos de realizar estas actividades, por ejemplo, atrasar el proyecto, además no estamos capacitados para el nuevo proceso...”

- Procesos de desarrollo de software. El factor del proceso de desarrollo de software *definición de los procesos actuales* influye en el factor del proyecto de SPI *obtención de resultados a corto plazo*. Por ejemplo, un miembro de la organización señaló:

“...cómo vamos a mejorar los procesos si ni siquiera tenemos bien definidos los procesos que seguimos actualmente, cada proyecto se realiza de forma diferente, y no tiene caso cambiar todos los procesos porque creo que hay cosas rescatables de nuestras prácticas actuales...”

- Estructura organizacional. El factor de la estructura organizacional *flexibilidad de la estructura organizacional* influye en el factor del proyecto de SPI *disposición de personal para la iniciativa de SPI*. Por ejemplo, un miembro de la organización señaló:

“...es difícil encontrar personas que participen en la iniciativa de SPI porque muchos de los roles asignados actualmente no se pueden cambiar porque tenemos proyectos en curso...”

Además, el factor de la estructura organizacional *mecanismos de estimulación al cambio organizacional* influye en el factor del proyecto de SPI *masa crítica apoyando el proyecto de SPI*. Por ejemplo, un miembro de la organización señaló:

“...a pesar de las actividades que han hecho en la organización para aumentar la participación en la iniciativa de SPI, muy pocos quieren involucrarse...”

- Política y estrategia organizacional. El factor de la política y estrategia organizacional *prioridad asignada a la iniciativa de SPI* influye en el factor del proyecto de SPI *disposición de los recursos para SPI*. Por ejemplo, un miembro gerencial señaló:

“...actualmente la iniciativa de SPI es una prioridad en la estrategia de la organización, y por esa razón, le hemos asignado recursos suficientes para realizarla y para capacitar a los empleados...”

Además, el factor *visión de la iniciativa de SPI como un proyecto* afecta los factores *planeación de la iniciativa de SPI* y *monitoreo y control de la iniciativa de SPI*. Por ejemplo, un miembro de la organización señaló:

“...inicialmente la iniciativa de SPI fue simplemente una idea sin tantas expectativas; sin embargo, actualmente la hemos establecido como un proyecto más de la organización y con la misma importancia, esto nos ha permitido realizar una mejor planeación, y un monitoreo y control de los resultados y de los recursos invertidos...”

- Cultura y clima organizacional. El factor cultural *experiencias previas en mejora de procesos* influye en el factor del proyecto de SPI *visibilidad de*

los *beneficios de la iniciativa de SPI*. Por ejemplo, un miembro del equipo de SPI señaló:

“...este tipo de iniciativas solamente traen más burocracia y más documentación, pero no se ve claramente el beneficio directo para los empleados...”

Por otra parte, el factor del clima organizacional *integración y colaboración de los empleados* influye en el factor del proyecto de SPI *masa crítica apoyando el proyecto de SPI*. Por ejemplo, un miembro organizacional señaló:

“...hay varios empleados con los que no me llevo muy bien, y creo que solamente por darme la contra no van apoyarme en las actividades de SPI...”

Además, el factor del clima organizacional *confianza entre la gerencia y los empleados* influye en el factor del proyecto de SPI *masa crítica apoyando el proyecto de SPI*. Por ejemplo, un miembro del equipo de SPI señaló:

“...la gerencia casi nunca nos toma en cuenta, siempre busca sus beneficios, para qué apoyamos esta iniciativa si no nos van a tomar en cuenta...”

2.4.2 Análisis del modelo de factores de SPI para las MIPYME

El modelo de factores de SPI propuesto en esta investigación describe la interrelación entre los diversos factores de SPI. Este modelo incluye 132 factores agrupados en dos categorías principales y en once subcategorías. El modelo de factores considera todas las categorías de factores identificadas en los estudios previos (ver Tabla 3) e incluye las siguientes categorías nuevas (i.e., no consideradas en los estudios previos): entorno organizacional, consultores, políticas y estrategia organizacional, cultura y clima organizacional, factores gerenciales, factores de los miembros de la organización, y factores del equipo de SPI. Asimismo, el modelo propuesto considera la mayoría de los factores identificados en los estudios previos que identificaron factores de SPI en las MIPYME (ver Sección 2.2) e

incluye un conjunto de factores que, hasta donde conoce el autor de este documento, no se habían reportado previamente.

Tabla 3. Clasificaciones de los factores de SPI.

Autor	Criterio*	Categorías
Demirörs y Demirörs (1998)	Origen	1) Estructura de la organización 2) Modelos de calidad 3) Mercado en que las MIPYME operan
Dybå (2000)	Origen	1) Orientación del negocio 2) Involucramiento del líder 3) Participación del empleado 4) Aspectos de las mediciones 5) Explotación del conocimiento existente 6) Exploración de nuevo conocimiento
Lepasaar et al. (2001)	Origen	1) Factores generales 2) Factores de pequeñas organización 3) Factores de las iniciativas de SPI
Beecham et al. (2003)	Origen	1) Factores organizacionales 2) Factores del proyecto 3) Factores del desarrollo de software
Christiansen y Johansen (2008)	Incidencia	1) Iniciación 2) Proyectos 3) En uso 4) Fundación de la organización
*Esta columna especifica el criterio de clasificación de los factores. El criterio "origen" define que los factores se clasificaron basándose en los elementos donde se originan los factores (e.g., factores del proyecto). El criterio "incidencia" define que los factores se clasificaron con base en la fase de la iniciativa de mejora donde se presentan los factores.		

Por otra parte, este modelo identifica que los factores de SPI se interrelacionan y que existe una fuerte interdependencia entre ellos. Este modelo enfatiza las siguientes relaciones:

- Las condiciones actuales de la organización (i.e., la cultura, la estructura, las políticas, el clima organizacional) y los conocimientos y habilidades de los involucrados en la iniciativa de SPI (i.e., los gerentes, los miembros del equipo de SPI, y los miembros de la organización) tienen una fuerte influencia en el proyecto de SPI.
- El proyecto de SPI tiene una fuerte influencia en todos los elementos organizacionales (i.e., la cultura, la estructura, las políticas, el clima organizacional) y en los involucrados de la iniciativa de SPI (i.e., los gerentes, los miembros del equipo de SPI, y los miembros de la organización).

- Los miembros de la organización reciben influencia de todos los elementos de la organización (i.e., la cultura, la estructura, las políticas, el clima organizacional) y de todos los involucrados en la iniciativa de SPI (i.e., los gerentes, los miembros del equipo de SPI, y los consultores). En este sentido, las reacciones y emociones de los empleados son uno de los aspectos más críticos en las iniciativas de SPI.
- El entorno organizacional, los consultores y el PRM influyen en varios elementos organizacionales y en la iniciativa de SPI.

2.4.3 Propiedades de los factores de SPI

El análisis de los datos también permitió identificar un conjunto de propiedades y características de los factores de SPI. A continuación se describen estas propiedades.

- Los factores de SPI presentan diferentes niveles de incidencia durante las etapas de las iniciativas de SPI. Esta observación es consistente con el trabajo reportado por Niazi et al. (2006a). Ellos identificaron que algunos factores afectan tanto a las organizaciones con procesos inmaduros (aquellas que empezaron la iniciativa de SPI), como a las organizaciones con procesos maduros (aquellas con iniciativas de SPI consolidadas); sin embargo, el nivel de incidencia puede ser diferente. Por ejemplo, 79% de los entrevistados de las organizaciones maduras citaron el factor *entrenamiento y tutoría*; mientras que sólo el 40% de las empresas inmaduras citaron ese factor. Por otra parte, el 40% de las empresas inmaduras citaron el factor *involucramiento de los empleados*, mientras que sólo el 21% de los entrevistados de las organizaciones maduras lo citaron.
- Los factores de SPI presentan diferentes niveles de incidencia en los elementos de la organización: personas, estructura, proyecto de mejora, y el proceso de desarrollo de software.
- Para controlar los factores de SPI, los involucrados en la iniciativa requieren una variedad de conocimientos, habilidades y experiencias, a nivel técnico, social, y personal.

- Los factores que no se controlan pueden facilitar la aparición de otros factores en la iniciativa de SPI. Esta observación es consistente con el estudio de Baddoo y Hall (2002), el cual reporta que existe una correlación alta entre los factores.
- Los factores que fueron controlados pueden reaparecer y afectar de nuevo la iniciativa de SPI.
- Los efectos de los factores presentan diferentes niveles de visibilidad, lo cual dificulta su identificación. Además, el esfuerzo requerido para comunicar el propósito y los beneficios de controlar cada factor es variable.
- Finalmente, para controlar o mitigar cada factor de SPI, se requieren diferentes cantidades de recursos, trabajo, y tiempo.

A partir de estos hallazgos, se definieron las siguientes propiedades de los factores: incidencia en la etapa, enfoque, impacto, complejidad, duración, costo, persistencia, reacciones en cadena, identificación y comunicación. A continuación se describen estas propiedades, los procedimientos para identificarlas, y sus escalas de evaluación.

- *Incidencia en la etapa.* Es la importancia del efecto de un factor en una etapa específica de la iniciativa de SPI. Espinosa-Curiel (2008) divide la iniciativa de SPI en tres etapas: pre-adopción (σ_1), uso general (σ_2), y uso continuo (σ_3). La etapa de *pre-adopción* tiene el objetivo de clarificar (a los individuos, a los grupos y a la organización) la necesidad de cambio, de tal manera que puedan entender y aceptar que ocurrirá un cambio. La etapa de *uso general* tiene el objetivo de que los involucrados en la iniciativa de SPI aprendan y adopten nuevos comportamientos. Esta etapa incluye el entrenamiento, el establecimiento de nuevos procedimientos y relaciones de trabajo, y la determinación de la visión, objetivos, estrategias y los planes de acción que se ejecutarán. La etapa de *uso continuo* tiene el objetivo de establecer nuevos hábitos en la iniciativa de SPI a partir de los comportamientos recién adquiridos. Para determinar el nivel de incidencia de un factor en cada etapa, se calculó la frecuencia de ocurrencia de un factor en el análisis de las transcripciones de las entrevistas y observaciones en cada etapa. Por lo tanto, entre

mayor sea la frecuencia de ocurrencia de un factor en una etapa, mayor es su presencia y la necesidad de controlarlo o mitigarlo. La escala de evaluación es la siguiente: 1=muy bajo, 2=bajo, 3=medio, 4=alto, 5=muy alto.

- *Propuesta.* Es el orden en el cual se deben aplicar las estrategias técnicas, sociales y personales para controlar mitigar o controlar los factores. La *estrategia técnica (T)* se enfoca en los conocimientos y habilidades; la *estrategia social (S)* se enfoca en las interacciones sociales y las relaciones de los individuos; la *estrategia personal (P)* se enfoca en los sentimientos, comportamientos y percepciones de los individuos. Por lo tanto, dependiendo de las características de cada factor y su alcance, se estableció el orden (π_1, π_2, π_3) en el cual se deben aplicar estas propuestas, además, se usó un dígito (α, β, γ) para explícitamente indicar “la proporción del total de trabajo” requerido por cada propuesta. La escala de valores es la siguiente: $1 \leq \alpha, \beta, \gamma \leq 8$ donde $\alpha + \beta + \gamma = 10$.
- *Impacto.* Un factor puede influir en los siguientes elementos: personas (ε_1), organización (ε_2), proyecto de mejora (ε_3), procesos de desarrollo de software (ε_4). Para determinar el impacto de un factor en cada elemento, se consideró el número y magnitud de cambios requeridos para controlar, mitigar o solucionar el factor y las dificultades que se generan si no se resuelve. Además, se consideró la opinión de los involucrados en la iniciativa acerca de cómo el factor afecta a estos elementos. La escala de evaluación es la siguiente: 1=leve, 2=moderado, 3=severo.
- *Complejidad.* Es la cantidad de conocimiento y experiencia que se requiere para controlar o mitigar un factor. Para determinar la complejidad de los factores, se consideró el entrenamiento requerido, la cantidad de información disponible, y la opinión de los involucrados acerca de la dificultad para controlar el factor. La escala de evaluación es: 1=fácil, 2=moderado, 3=difícil.
- *Duración.* Es la cantidad de tiempo necesario para mitigar, controlar o solucionar el factor. Para determinar la duración de un factor, se consideró el periodo de tiempo desde que se detectó el factor hasta que se mitigó o controló. La escala de

evaluación es relativa, es decir, para establecer la duración de un factor, se tomó en cuenta la duración de los otros factores. La escala de evaluación es: 1=breve, 2=moderado, 3=extenso.

- *Costo.* Es la cantidad de recursos necesarios para controlar mitigar, o solucionar el factor. Para determinar el costo de un factor, se consideró el número de horas hombre utilizadas para controlar este factor (incluyendo el entrenamiento). La escala de evaluación es relativa, es decir, para establecer el costo de un factor, se tomó en cuenta el costos de los otros factores. La escala de evaluación es: 1=económico, 2=moderado, 3=elevado.
- *Persistencia.* Es la facilidad con la que un factor que fue previamente controlado, mitigado o solucionado reaparezca. Para determinar la persistencia de un factor, se calculó el número de recurrencias en el análisis de las transcripciones de las entrevistas y observaciones. La escala de evaluación es: 1=infrecuente, 2=frecuente, 3=muy frecuente.
- *Reacciones en cadena.* Esta propiedad se refiere al grado de influencia de un factor sobre otros factores. Para determinar esta propiedad, se tomó en cuenta la cantidad de factores que era necesario mitigar previamente para mitigar un cierto factor, o por el contrario, al controlar, mitigar o solucionar un factor, cuántos factores era posible mitigar. La escala de evaluación es: 1=bajo, 2=moderado, 3=alto.
- *Identificación.* El grado de facilidad para identificar las causas y efectos de un factor. Para determinar esta propiedad, se consideraron las observaciones y la opinión de los involucrados de la iniciativa acerca de la dificultad de la visualización y conciencia de las causas y los efectos de los factores en los elementos de la iniciativa. La escala de evaluación es: 1=fácil, 2=moderado, 3=difícil.
- *Comunicación.* El grado de facilidad para comunicar las causas y efectos de un factor. Para determinar esta propiedad se consideraron las observaciones y la

opinión de los involucrados de la iniciativa acerca de la dificultada para explicar y comprender las causas y los efectos de los factores en los elementos de la iniciativa. La escala de evaluación es: 1=fácil, 2=moderado, 3=difícil.

2.4.4 Marco propuesto de factores de SPI para las MIPYME

El marco de factores propuesto en esta investigación, especifica en una forma integrada, una serie de factores, una serie de propiedades y una serie de valores numéricos que describen las propiedades específicas de cada factor. El marco incluye 132 factores divididos en dos categorías principales y en once subcategorías (ver Tabla 2). En el Apéndice 1 se encuentra el marco de factores completo. A continuación se describe un ejemplo de la interpretación del factor *administración del conocimiento de la iniciativa de SPI* (ver Tabla 4). Este factor tiene una incidencia mínima en la etapa pre-adopción (σ_1), una alta incidencia en la etapa uso general (σ_2), y una alta incidencia en la etapa de uso continuo (σ_3). Para solucionar este factor se sigue el orden (π_1, π_2, π_3) en la Columna B. En este ejemplo, el usuario debe primero aplicar una estrategia técnica (*T*), luego una estrategia social (*S*), y finalmente una estrategia personal (*P*). El porcentaje de trabajo de estas estrategias es $\alpha=20\%$, $\beta=40\%$, y $\gamma=40\%$, respectivamente. Este factor tiene un impacto fuerte en las personas (ϵ_1), en la organización (ϵ_2), y en el proyecto de mejora (ϵ_3), y un impacto moderado en el proceso de desarrollo (ϵ_4). La complejidad (D), la duración (E), y los costos (F) del factor son moderados. Este factor es muy persistente (G). Las reacciones en cadena (H) de este factor son moderadas. Finalmente, es fácil la identificación (I) y la comunicación (J) de este factor.

Tabla 4. Ejemplo de un factor contenido en el marco de factores de SPI.

Factores de SPI	Propiedades																
	A			B			C				D	E	F	G	H	I	J
	σ_1	σ_2	σ_3	π_1	π_2	π_3	ϵ_1	ϵ_2	ϵ_3	ϵ_4							
<i>Administración de conocimiento de SPI</i> Nivel de sintonización, uso y explotación de las experiencia, documentos, y conocimientos dentro de la iniciativa de SPI	1	5	4	T2	S4	P4	3	3	3	2	2	2	2	3	2	1	1

2.4.4.1 Metodología para evaluar y controlar los factores de SPI

En este trabajo se propone una metodología para evaluar los factores de SPI. Esta metodología se basa en el marco de factores propuesto previamente. La metodología propuesta puede ayudar a los líderes de SPI a evaluar los factores y apoyarlos en el diseño de estrategias para mitigar, controlar o solucionar los factores. A continuación se describen los pasos de la metodología:

1. *Determinar el control actual de cada factor.* Se transforma la descripción de cada factor de SPI (aquellos que se incluyen en el marco) en preguntas y se integran en un cuestionario (un ejemplo de una pregunta se muestra en la Tabla 5). Para cada pregunta, se asigna una escala de evaluación de 5 puntos, donde 1=nulo, 2=bajo, 3=medio, 4=alto, 5=completo. Posteriormente, se aplica el cuestionario a los involucrados de la iniciativa de SPI. Finalmente, para cada factor, se calcula el nivel de control percibido.
2. *Evaluar el riesgo de que un factor pueda dañar la iniciativa de SPI.* Primero, se identifica la etapa actual de la iniciativa de SPI (ver la propiedad “incidencia en la etapa” en la Sección 2.4.3). Posteriormente, se evalúa el riesgo de cada factor basándose en la incidencia del factor en la etapa actual, y en el control percibido del factor. Los niveles de riesgos son los siguientes: 1=bajo, 2=medio, 3=alto, 4= alto, 5=muy alto. La Tabla 6 muestra los valores de los factores de riesgo de todas las posibles combinaciones de incidencia y del control percibido.
3. *Ordenar los factores de acuerdo a su importancia.* Primero, se ordenan los factores de acuerdo a su nivel de riesgo en orden decreciente. Posteriormente, se ordena cada grupo de factores (muy alto, alto, medio, y bajo) de acuerdo a la importancia (desde el punto de vista de la organización) de las propiedades de los factores. Cada organización establece este orden dependiendo sus prioridades; sin embargo, se sugiere el siguiente orden: (1) impacto; (2) complejidad, duración y costos, (3) persistencia y reacciones en cadena; y (4) identificación y comunicación. Esta lista

declara claramente cuáles factores son más importantes para la organización en el momento que se realizó la evaluación.

4. *Diseñar y aplicar un plan de control de los factores.* Revisar la lista generada en el paso 3 para determinar el tipo de información requerida para controlar, mitigar, o solucionar cada factor. Posteriormente, establecer el control necesario para cada factor y los indicadores que indique que se alcanzó dicho control, definir las actividades necesarias para controlar, mitigar o solucionar cada factor, y asignar las responsabilidades.

Tabla 5. Ejemplo de una pregunta para evaluar un factor de SPI.

Factor de mejora de procesos de software	Nulo	Bajo	Medio	Alto	Completo
<i>Administración del conocimiento de la organización.</i>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
¿Cuál es el nivel de sistematización, uso, y explotación de las experiencias, conocimientos y documentos en la organización?					

Tabla 6. Nivel de riesgo de los factores de SPI.

	Control percibido del factor					
	1	2	3	4	5	
Incidencia	1	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Bajo
	2	Alto	Medio	Medio	Bajo	Bajo
	3	Alto	Alto	Medio	Medio	Bajo
	4	Muy alto	Alto	Alto	Alto	Medio
	5	Muy alto	Muy alto	Alto	Alto	Medio

2.4.4.2 Escenarios de uso

Cualquier organización que tenga una iniciativa de SPI (reciente o consolidada) puede utilizar esta metodología. Para el caso de que la iniciativa esté en progreso, la metodología puede ayudar a mejorar la estrategia actual de mitigación de factores, si es que existe. A continuación se describen tres escenarios en los cuales la metodología puede ser útil.

- *Planeación de la iniciativa de SPI.* En este escenario, los líderes de SPI definen la estrategia de la iniciativa de SPI. Esta estrategia detalla los objetivos, las actividades, los recursos, y el tiempo requerido por la iniciativa. Algunas veces, los

líderes de SPI no están conscientes del gran número de factores organizacionales, sociales y personales que afecta la iniciativa. Por lo tanto, ellos normalmente enfocan su atención en cambiar las metodologías, los procesos y las herramientas de desarrollo de software (contemplan sólo aspectos técnicos). Este plan “técnico” puede limitar el éxito de la iniciativa de SPI por los errores en la estimación de los recursos y tiempos.

- *Implantación de la iniciativa de SPI.* En este escenario, los líderes de SPI ejecutan la estrategia planeada. Normalmente, cuando una organización implementa una estrategia de SPI sin un plan de control de los factores de SPI, algunos de los siguientes problemas pueden ocurrir: (1) los recursos asignados son insuficientes, (2) los involucrados no tienen el entrenamiento requerido para llevar a cabo sus actividades, (3) el estrés se incrementa debido a que los involucrados tienen que realizar muchos cambios en un periodo de tiempo muy corto, y (4) los involucrados enfocan sus esfuerzos en solucionar las situaciones actuales y desatienden situaciones futuras. Además, los involucrados no perciben que la iniciativa de SPI está avanzando o que está generando resultados positivos.
- *Evaluación de la iniciativa de SPI.* En este escenario, los líderes de SPI miden la diferencia entre los resultados planeados y los resultados obtenidos en la iniciativa de SPI. Algunas veces, los líderes de SPI se dan cuenta que la iniciativa de SPI tenía objetivos poco realistas, y que la estimación del presupuesto, de los recursos, y del tiempo son erróneos debido a que no se consideraron muchos de los factores que pueden presentarse (especialmente los factores personales y sociales). Asimismo, el plan podría omitir muchas actividades importantes (como la integración, la administración del cambio, la motivación y el compromiso) que son fundamentales para implementar exitosamente una iniciativa de SPI. Como consecuencia, los líderes de SPI tienen poca evidencia para evaluar y justificar los recursos invertidos, y para explicar los resultados obtenidos. Esta situación en muchas ocasiones obliga a las organizaciones a abandonar la iniciativa de SPI.

2.5 Resumen y discusión

En este capítulo se presentó un modelo que detalla los factores que influyen en las iniciativas de SPI y sus interrelaciones. Este modelo surge a partir del análisis de la información de tres casos de estudio realizado en tres MIPYME que implantaron un PRM. Este modelo incluye 132 factores y los agrupa en dos categorías principales: factores externos y factores internos. Además, cada una de estas categorías principales se divide en subcategorías. Finalmente, se presentó un marco de factores de SPI para las MIPYME y una metodología para evaluar y controlar los factores de SPI.

La mayor parte de la información contenida en el presente capítulo se publicó en (Espinosa-Curiel, Rodríguez-Jacobo, y Fernández-Zepeda, 2013).

2.5.1 Limitaciones del estudio

El presente estudio tiene las siguientes limitaciones. En esta investigación se tiene confianza de que se ha identificado un extenso grupo de factores de SPI tanto a nivel personal, social y técnico; sin embargo, debido a que los datos se tomaron a partir de tres casos de estudio es posible que puedan existir más factores de SPI.

Por otra parte, el modelo teórico describe los factores que pueden influir en una iniciativa de SPI y sus relaciones; sin embargo, es importante hacer notar que las relaciones presentadas no son determinísticas. En este sentido, los cambios organizacionales resultantes no siempre resultarán en los resultados pretendidos por los involucrados en la iniciativa de SPI. Por ejemplo, un líder de una iniciativa de SPI pudo haber hecho una adecuada planeación y estimación de recursos de la iniciativa de SPI para implantar los procesos de un PRM; sin embargo, puede experimentar dificultades en la implantación de los procesos debido a otros factores.

2.5.2 Implicaciones en las investigaciones de SPI en las MIPYME

El modelo teórico presentado en este capítulo sugiere que la continuidad y sustentabilidad de la iniciativa de SPI depende de un conjunto interrelacionado de factores externos e

internos de las organizaciones. Este modelo expone que todos los elementos organizacionales influyen en los proyectos de SPI, y que a su vez, los proyectos de SPI influyen en todos los elementos organizacionales. Además, expone que las reacciones, percepciones, sentimientos y actitudes de los miembros de la organización son componentes clave en las iniciativas de SPI. Estos resultados tienen varias implicaciones en la investigación de SPI en las MIPYME. Por ejemplo, es necesario analizar en qué grado en las guías de implantación para MIPYME se consideran los factores de SPI y sus interrelaciones. Además, es necesario analizar cómo mitigar los factores de SPI en las MIPYME. Finalmente, es necesario analizar la implantación de los PRM en las MIPYME desde un enfoque holístico e identificar los retos que se generan con este nuevo enfoque.

2.5.3 Implicaciones en las prácticas de SPI en las MIPYME

Los resultados de esta investigación tienen algunas implicaciones para las prácticas de SPI en las MIPYME. El modelo teórico puede ayudar a los profesionales de SPI a entender las causas directas e indirectas de los factores de SPI. Además, los consultores, los gerentes y los líderes de SPI pueden utilizar el marco de factores y la metodología de evaluación y control de factores para diseñar estrategias proactivas para controlar y mitigar los factores considerando su impacto. Asimismo, puede ayudar a evaluar si la organización tiene las condiciones para comenzar una iniciativa de SPI, o para determinar si los involucrados en la iniciativa de SPI se encuentran listos para participar en la iniciativa de SPI (i.e., consultores, gerentes, miembros de la organización, y equipo de SPI).

En el capítulo siguiente se presenta un análisis detallado de las principales guías de implantación de SPI para las MIPYME. Este análisis tiene el objetivo de caracterizar las guías de implantación, y de identificar sus fortalezas y limitaciones para reconocer y considerar los factores de SPI que limitan la continuidad y sustentabilidad de este tipo de iniciativas.

Capítulo 3

Análisis de las guías de implantación de los PRM para las MIPYME

Este capítulo muestra un análisis detallado de las principales guías de implantación de Modelos de Referencia de Procesos (PRM, por sus siglas en inglés ‘Process Reference Model’) diseñadas para las MIPYME. Primero se detalla la metodología utilizada para identificar las principales guías de implantación (GI) para las MIPYME. Luego, se describen brevemente las guías identificadas. Enseguida, se define un marco de trabajo que especifica las principales características comunes de las GI (e.g., las metas específicas y el método de evaluación de procesos), y utilizando este marco de trabajo, se describen las GI en forma estructurada. Posteriormente, se realiza un análisis comparativo de las GI para identificar sus similitudes, sus diferencias, sus fortalezas y sus restricciones. Finalmente, se discuten las limitaciones de las GI para considerar adecuadamente los factores que influyen en las iniciativas de SPI.

3.1 Introducción

Una *guía de implantación* (GI) es un modelo estructurado que define un conjunto de pasos recomendados que las organizaciones deben realizar para iniciar y administrar la implantación de un PRM. Las GI surgieron por la carencia de información de “cómo” las organizaciones tenían que realizar la implantación de un PRM. Una de las primeras guías de implantación y posiblemente la más popular es IDEAL (Gremba y Myers, 1997). IDEAL es una guía que se diseñó para organizaciones grandes con una gran cantidad de empleados y de recursos económicos (Kautz, Hansen, y Thaysen, 2000). En general, la aplicación de IDEAL en organizaciones grandes ha sido exitosa (Borjesson y Mathiassen, 2004); sin embargo, existe una controversia sobre su facilidad de aplicación y sus beneficios en el contexto de las MIPYME (Kautz et al., 2000). Algunos investigadores argumentan que utilizar IDEAL en las MIPYME es difícil, costoso y laborioso, porque requiere grandes cantidades de recursos y porque requiere realizar muchas actividades que no son necesarias en el contexto de las MIPYME (Villalón et al., 2002). Sin embargo,

existen algunos casos de estudio donde se ha utilizado exitosamente IDEAL en las MIPYME (Brodman y Johnson, 1994; Kautz et al., 2000; Kautz, 1999). Debido a esta controversia, en los últimos años algunos investigadores han elaborado varias GI específicas para las MIPYME que toman en cuenta sus características y restricciones.

En general, las GI se han elaborado enfocándose en un conjunto de problemas particulares y basándose en las experiencias en SPI de sus autores. Debido a esta situación, a pesar de que las GI para las MIPYME tienen el mismo objetivo (i.e., guiar las iniciativas de SPI), cada una de ellas sugiere una secuencia de actividades particulares, tiene metas muy concretas, utiliza sus propios métodos de evaluación de procesos y de identificación de las mejoras, divide la iniciativa de SPI en sus propias etapas, tiene requerimientos iniciales particulares, etc. Esta situación genera las siguientes preguntas:

- *¿Cuáles son las características principales de las guías de implantación?*
- *¿Cuáles son las similitudes y las diferencias entre las guías de implantación?*
- *¿Cuáles son las fortalezas y las limitaciones de las guías de implantación?*

3.2 Identificación de las principales guías de implantación para las MIPYME

Para identificar las principales guías de implantación para las MIPYME se realizó una revisión de la literatura. El primer paso de esta revisión consistió en recolectar artículos de investigación relacionadas con SPI, SPI en las MIPYME, metodologías y marcos de trabajo para SPI, y estudios empíricos de SPI. A partir de esta actividad se obtuvieron cerca de 200 artículos. Algunos de los artículos provienen de las siguientes conferencias:

- European Systems & Software Process Improvement (EUROSPI).
- Software Process Improvement and Capability dEtermination (SPICE).
- Product-Focused Software Development and Process Improvement (PROFES).
- International Conference on Software Engineering (ICSE).
- Euromicro conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA).

Además, algunos otros artículos provienen las siguientes revistas internacionales:

- Journal of Systems and Software (JSS).
- Journal of Software Maintenance and Evolution: Research and Practice (JSME).
- Information and Software Technology journal (IST).
- IEEE Transactions on Software Engineering (TOSE).
- IEEE Software.
- IEEE Computer.
- Communications of the ACM.

Posteriormente, se realizó un proceso de clasificación y selección de los artículos que reportaban iniciativas de SPI realizadas en las MIPYME o que proponían estrategias para implantar un PRM. A partir del proceso de clasificación y selección de los artículos, se identificaron las siguientes ocho guías de implantación para las MIPYME:

- TAPISTRY (Kuvaja et al., 1999).
- IMPACT (Scott et al., 2001).
- MESOPYME (Villalón et al., 2002).
- PRIMS (Allen et al., 2003).
- OWPL (Alexandre et al., 2006).
- ASPE-MS (Wangenheim et al., 2006).
- IFLAP (Pettersson et al., 2008).
- PmCOMPETISOFT (Pino et al., 2009).

3.3 Guías de implantación para las MIPYME

En esta sección se describen las principales guías de implantación para las MIPYME y la guía llamada IDEAL, diseñada para organizaciones grandes. En esta investigación se consideró esta guía debido a los resultados favorables que ha obtenido en algunos casos de estudio realizados en algunas MIPYME. A continuación se describen las GI en orden cronológico.

3.3.1 IDEAL

IDEAL (por sus siglas en inglés ‘Initiating, Diagnosing, Establish, Action and Leveraging’) se elaboró en E.U.A y se publicó en 1997 (Gremba y Myers, 1997). IDEAL surge a partir de las experiencias que adquirió el SEI (Software Engineering Institute) durante la realización de varias iniciativas de SPI en dependencias de gobierno y en organizaciones de desarrollo de software grandes (e.g., Hewlett-Packard). IDEAL es un guía iterativa, continua e incremental que divide a las iniciativas de SPI en cinco fases. En total, las cinco fases especifican 47 actividades que deben realizarse en cada ciclo de mejora. A continuación se describen las fases de IDEAL (ver Figura 3).

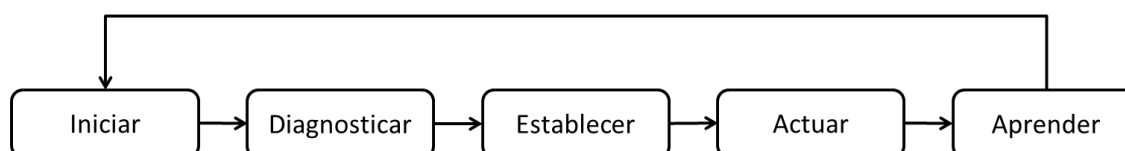


Figura 3. Versión simplificada de la guía de implantación IDEAL (Gremba y Myers, 1997).

- *Fase 1 – Inicio.* El objetivo de esta fase es establecer los elementos básicos para garantizar el funcionamiento de la iniciativa de SPI. Al inicio de esta fase se identifican las necesidades de la organización y las fuerzas que generan la iniciativa de SPI, se elabora una propuesta para guiar a la iniciativa SPI, y se construye la infraestructura de soporte. Posteriormente, se obtiene la aprobación y el apoyo del patrocinador y de los empleados, se comprometen los recursos iniciales, y se establece la infraestructura de soporte. Finalmente, se definen las metas y los principios generales de la iniciativa, y se inicia el ciclo de mejora.
- *Fase 2 – Diagnóstico.* Los objetivos de esta fase son determinar las fortalezas y las debilidades de la organización, comprender y definir el estado actual de los procesos, y obtener información acerca de las oportunidades de mejora. A partir de esta información se elabora el primer borrador del plan de acción de mejora que incluye la planeación de las actividades, los recursos y el tiempo. Posteriormente, se validan, documentan y comunican los hallazgos y las recomendaciones.

- *Fase 3 – Establecimiento.* El objetivo de esta fase es desarrollar o afinar el plan de acción estratégico de SPI que guiará la iniciativa en los próximos años (de tres a cinco). En esta fase se revisan la visión y el plan de negocios, se asignan roles y responsabilidades en la infraestructura de mejora, se priorizan las actividades de mejora, y se transforman las metas de mejora generales en metas específicas medibles. Posteriormente, se crea o se actualiza el plan de mejora; se revisa, se aprueba y se obtiene consenso del plan estratégico; y se comprometen los recursos para la ejecución del plan.
- *Fase 4 – Acción.* El objetivo de esta fase es desarrollar, poner en práctica, e institucionalizar las mejoras en toda la organización. Específicamente, en esta fase se elaboran las soluciones a los aspectos de mejora identificados en la fase de diagnóstico, se refinan los procesos, se analizan y resuelven los problemas, y se realizan pruebas pilotos. Finalmente, se afinan las soluciones, y se determinan el soporte y la estrategia para institucionalizar los procesos en los proyectos.
- *Fase 5 –Difusión/aprendizaje.* El objetivo de esta fase es revisar y analizar las lecciones aprendidas en las fases anteriores. Específicamente, en esta fase se incorporan las mejoras en los procesos, se revisa la motivación para SPI, se revisan y evalúan las metas de SPI; se evalúan el compromiso y el apoyo de los patrocinadores; se establecen las metas de alto nivel, se revisa la propuesta actual de SPI o se desarrolla una nueva, y finalmente se continúa con un nuevo ciclo de SPI.

3.3.2 TAPISTRY

TAPISTRY es una guía tutelada de SPI que se elaboró en Finlandia y que se publicó en 1999 (Kuvaja et al., 1999). De acuerdo con TAPISTRY, las MIPYME tienen dificultades para elegir y aplicar una propuesta de mejora en la organización sin la ayuda de un consultor externo o sin una inversión substancial del tiempo de los gerentes. TAPISTRY utiliza un seminario con una duración de 2 días donde un grupo de expertos en SPI guían la autoevaluación de los procesos y la planeación de la mejora. TAPISTRY divide las iniciativas de SPI en las siguientes cinco fases:

- *Fase 1 – Definición de las necesidades del negocio.* En esta fase se describen la situación actual de la organización en términos de sus fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas.
- *Fase 2 – Evaluación de los procesos.* En esta fase se utiliza un sistema computacional basada en la metodología BootCheck para evaluar los procesos y para analizar los resultados obtenidos.
- *Fase 3 – Definición de las metas de mejora y de las prioridades.* En esta fase se ordenan los procesos de acuerdo a su relevancia con las metas del negocio.
- *Fase 4 – Definición de las acciones de mejora.* En esta fase se seleccionan los procesos que se mejorarán.
- *Fase 5 – Definición del presupuesto y de los tiempos de la mejora.* En esta fase se especifica el costo de la mejora y se elabora un programa de SPI.

3.3.3 IMPACT

IMPACT (ver Figura 4) es un marco de trabajo incremental e iterativo que se elaboró en Australia y que se publicó en 2001 (Scott et al., 2001). De acuerdo con IMPACT, uno de los principales retos de las MIPYME es encontrar cómo aplicar las tecnologías de SPI actuales para cumplir sus metas de mejoras. IMPACT considera que las experiencias de los empleados en los proyectos de desarrollo pueden ayudar a mejorar los procesos.

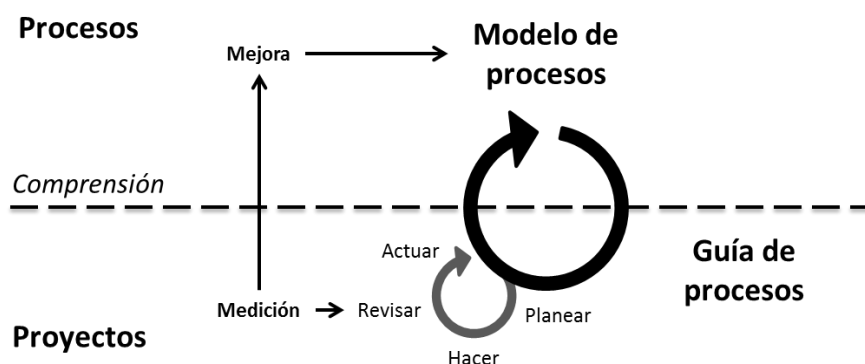


Figura 4. Guía de implantación IMPACT (Scott et al., 2001).

En IMPACT los proyectos y los procesos de la organización se representan en forma de ciclos que se intersectan en las fases de medición y mejora. El *ciclo del proyecto* es un marco de trabajo para planear y administrar los proyectos que se realizan en la organización. Es importante para la mejora de procesos que estos proyectos se ejecuten usando prácticas de administración conocidas; por ejemplo, el paradigma de mejora de calidad (QIP, por sus siglas en inglés ‘Quality Improvement Paradigm’). QIP es un paradigma iterativo y orientado a metas que tiene los siguientes seis pasos:

1. Descripción del proyecto y su entorno.
2. Definición de metas cuantificables.
3. Definición de un modelo de procesos y de métodos y herramientas de soporte apropiados.
4. Ejecución de los procesos, construcción de los productos, recolección y validación de los datos, y análisis de los datos para realimentar y realizar acciones correctivas.
5. Evaluación de las prácticas actuales, definición de problemas, registro de hallazgos, y definir recomendaciones para mejoras futuras a los procesos.
6. Empaquetamiento de las experiencias en modelos actualizados, y almacenamiento del conocimiento en una base de experiencias para utilizarlo en proyectos futuros.

El ciclo del proceso. El ciclo del proceso provee un marco de trabajo para administrar la iniciativa de SPI a un nivel organizacional. Este marco tiene las siguientes cinco fases:

- *Fase 1 – Conocimiento.* En esta fase se analizan los procesos actuales con técnicas de modelado de procesos o de valoración para identificar sus debilidades o las áreas de mejora potenciales, y para proveer las bases para las mejoras futuras.
- *Fase 2 – Modelado de procesos.* En esta fase se elabora un modelo de procesos que es un reflejo preciso y completo de los procesos de la organización y que sirve para guiar los proyectos. Este modelo se actualiza y mejora continuamente.

- *Fase 3 – Mejora.* En esta fase se analiza el modelo de procesos, se identifican áreas de mejora, y se realizan las mejoras en el modelo. Las áreas de mejora se identifican comparando las prácticas actuales con estándares o modelos, o considerando las carencias identificadas en las evaluaciones. Las mejoras se deben enfocar en cada ciclo, y su alcance dependerán del presupuesto de la organización.
- *Fase 4 – Guía de procesos.* En esta fase se elabora una guía de procesos que facilita la aplicación de los procesos en los proyectos. Sin una guía efectiva las mejoras en el modelo no se pueden realizar en los proyectos. Para facilitar el acceso y la actualización de la información de los procesos, se pueden utilizar herramientas electrónicas como Spearmin/EPG (Becker-Kornstaedt, Scott, y Zettel, 2000).
- *Fase 5 – Medición.* En esta fase se miden los procesos para monitorear los efectos de las mejoras. Los proyectos se evalúan con métricas que reflejan los efectos de las mejoras en los procesos (e.g., el tiempo de los ciclos o la productividad). Además, esta información sirve para justificar la continuación de los esfuerzos de mejora, y para retroalimentar las futuras mejoras en los procesos. También se recomienda utilizar tecnologías para recolectar experiencias y sugerencia de los participantes y los usuarios de los procesos.

3.3.4 MESOPYME

MESOPYME (ver Figura 5) es un modelo de mejora continua para las MIPYME que se elaboró en España y que se publicó en el 2002 (Villalón et al., 2002). MESOPYME se fundamenta en un modelo genérico de SPI que es similar a la guía IDEAL (Gremba y Myers, 1997).

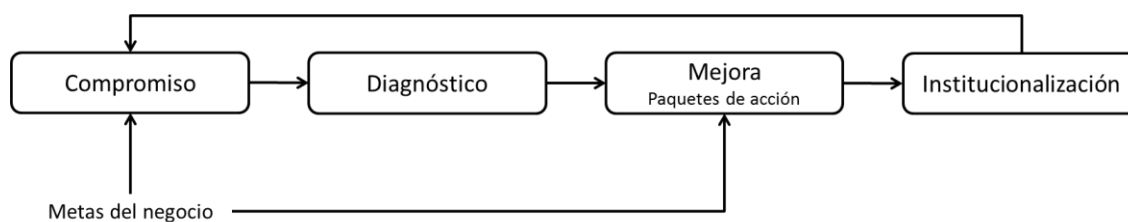


Figura 5. Versión simplificada de la guía MESOPYME (Villalón et al., 2002).

MESOPYME utiliza un mecanismo llamado “paquete de acción” para simplificar las iniciativas de SPI. Un *paquete de acción* es un conjunto de componentes que proporcionan una solución general para un área particular de los procesos de desarrollo de software. Un paquete de acción tiene los siguientes elementos: un plan de acción, las políticas de la organización, la infraestructura, los procesos, los productos, los documentos, las técnicas, las herramientas, las métricas, el entrenamiento necesario, y los resultados a corto plazo que se obtendrán. MESOPYME divide las iniciativas de SPI en las siguientes cuatro fases.

- *Fase 1 – Compromiso para mejorar.* El objetivo de esta fase es obtener el soporte del administrador general para llevar a cabo el proyecto de mejora.
- *Fase 2 – Evaluación de los procesos de software.* El objetivo de esta fase es identificar las debilidades y fortalezas de los procesos con respecto al modelo de referencia de procesos CMM. A partir de esta evaluación se seleccionan los procesos que se mejorarán (normalmente de 1 a 3).
- *Fase 3 – Solución de mejora.* El objetivo de esta fase es proporcionar toda la infraestructura necesaria para mejorar los procesos seleccionados, proveer entrenamiento, determinar las metas a corto plazo, revisar y adaptar los paquetes de acción, seleccionar los proyectos pilotos para implementar los paquetes de acción, y analizar y revisar los nuevos procesos.
- *Fase 4 – Institucionalización.* En esta fase los procesos mejorados se institucionalizan.

3.3.5 PRISMS

PRISMS (por sus siglas en inglés ‘PRocess Improvement for Small to Medium Software enterprises’) se elaboró en Gran Bretaña y se publicó en 2003 (Allen et al., 2003). PRISMS integra un método simplificado de evaluación de procesos, métricas de procesos que se aplican desde el principio de la iniciativa de SPI, y mecanismos para maximizar la transparencia de los procesos y el involucramiento de los empleados. PRISMS divide las iniciativas de SPI en las siguientes seis fases (ver Figura 6).

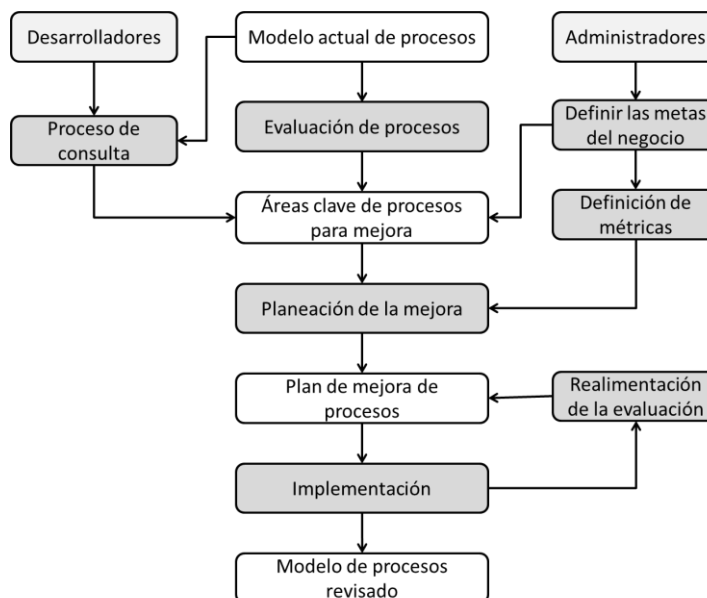


Figura 6. Guía de implantación PRISMS (Allen et al., 2003).

- *Fase 1 – Análisis de los procesos.* En esta etapa se examinan los procesos informales, y si los recursos lo permiten, se crea un modelo explícito de procesos.
- *Fase 2 – Definición de las metas del negocio.* En esta fase se definen las metas del negocio que guiarán muchas de las actividades subsecuentes, especialmente la selección y priorización de las áreas de SPI y de las métricas de los procesos.
- *Fase 3 – Consulta con los empleados.* En esta fase se realiza una sesión de lluvia de ideas y/o una encuesta basada en un cuestionario para involucrar a los empleados en la identificación de los procesos a mejorar, en la elaboración del plan de mejora, y en la implantación de las mejoras.
- *Fase 4 – Evaluación.* En esta fase se evalúan los procesos con una versión reducida de CMM para identificar las áreas de mejora y el nivel de madurez de los procesos. El nivel de madurez puede utilizarse para medir el progreso obtenido.
- *Fase 5 – Elaboración del plan de mejora.* En esta fase se identifican y priorizan las áreas de mejora. El criterio de selección principal es el grado en el que las áreas de

mejora contribuyen al cumplimiento de las metas del negocio. Las métricas se definen e integran como una parte fundamental de la planeación de SPI.

- *Fase 6 – Realimentación.* El plan de mejora se revisa continuamente, y se enriquece con la realimentación de los empleados.

3.3.6 OWPL

OWPL es una guía gradual de SPI para las MIPYME que se elaboró en Irlanda y que se publicó en el 2006 (Alexandre et al., 2006). OWPL utiliza una serie de evaluaciones graduales: micro-evaluación, evaluación OWPL, y una evaluación en ISO-15504 o CMM. La aplicación de las evaluaciones depende del tamaño y la madurez de los procesos de la organización. OWPL considera que el éxito de cualquier compañía depende de la definición de metas estructuradas jerárquicamente por niveles de operatividad. OWPL divide el proceso de mejora en las siguientes tres fases no lineales:

- *Fase 1 – Micro-evaluación.* Esta fase utiliza la micro-evaluación para recolectar información acerca de las prácticas de software actuales y para sensibilizar a las personas acerca de los aspectos de la calidad del software. La información recolectada incluye recomendaciones generales y acciones de mejora específicas y priorizadas con respecto al contexto y metas de la organización. La micro-evaluación se usa como un punto de partida.
- *Fase 2 – Evaluación OWPL.* Esta etapa realiza una evaluación OWPL para analizar más profundamente la información obtenida con la micro-evaluación (análisis inicial). Durante esta evaluación las organizaciones puede elegir cuáles procesos evaluar dependiendo de sus necesidades o intereses. Además, este modelo evaluará los factores que apoyan el éxito de los procesos (e.g., factores organizacionales, administrativos, técnicos y humanos) basándose en la percepción de los empleados.
- *Fase 3 – Evaluación CMMI o ISO-15504.* Finalmente, cuando las compañías crecen o cuando aumentan su grado de madurez, pueden realizar una evaluación formal basada en algún estándar internacional como CMMI o ISO-15504.

3.3.7 ASPE-MSD

ASPE-MSD (por sus siglas en inglés ‘an Approach for Software Process Establishment in Micro y Small Companies’) se elaboró en Brasil y se publicó en 2006 (Wangenheim et al., 2006). ASPE-MSD es un modelo incremental e iterativo que incluye actividades enfocadas a la administración de la iniciativa de SPI (e.g., la planeación, el monitoreo, el control, y el análisis post-mortem), y que simplifica e integra un conjunto de propuesta de SPI (e.g., técnicas de evaluación y de modelado de procesos) para que se adapten al contexto de las MIPYME. ASPE-MSD considera que las MIPYME tienen que definir e implementar sistemáticamente un conjunto de procesos específicos para ellas debido a que no existe una definición universal de procesos que se pueda aplicar en cualquier contexto.

En ASPE-MSD (ver Figura 7), al inicio de la iniciativa de SPI se planea el establecimiento de los procesos a un alto nivel. Posteriormente, durante la fase de análisis estratégico, el plan se revisa, se completa, y se adapta a las características de la organización. Durante la planeación, a todas las partes involucradas se les informa y motiva, para obtener su compromiso. ASPE-MSD divide el proceso de mejora en las siguientes cuatro fases:

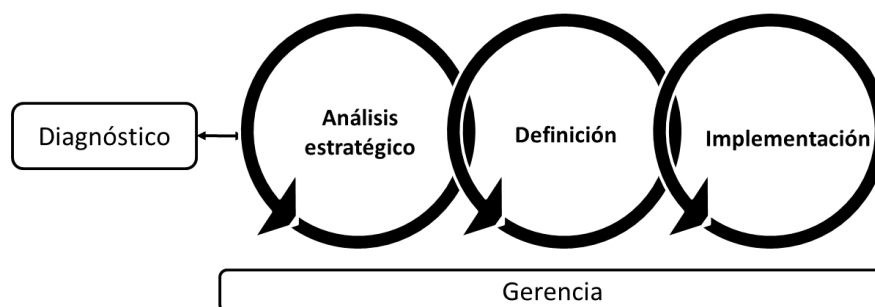


Figura 7. Versión simplificada de la guía ASPE-MSD (Wangenheim et al., 2006).

- *Fase 1 – Diagnóstico.* El objetivo de esta fase es contextualizar a la organización y obtener una vista global de sus procesos utilizando métodos de evaluación de procesos para las MIPYME (e.g., MARES o ISO/IEC-15504 adaptado para las MIPYME). Los resultados de esta fase deben incluir: una descripción del contexto de la organización; una descripción de los procesos, incluyendo su nivel de

capacidad, sus debilidades y fortalezas, sus riesgos potenciales y sus oportunidades de mejora; y una lista de los procesos prioritarios de la organización que incluya los niveles de madurez necesarios para cumplir las metas de la organización.

- *Fase 2 – Análisis estratégico.* El objetivo de esta fase es definir el alcance y priorizar los procesos candidatos que se establecerán basándose en los resultados del diagnóstico, en las metas del negocio, y en las metas de la iniciativa SPI. Este análisis puede realizarse utilizando un análisis FODA (por sus siglas ‘Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, y Amenazas’). Con base en los resultados obtenidos, se define un conjunto de metas medibles, se planean las acciones que se ejecutarán, y se revisa y se completa el plan de mejora.
- *Fase 3 – Definición.* El objetivo de esta fase es elaborar una guía de los procesos que se mejorarán. Esta guía apoyará a los empleados a capacitarse y a ejecutar los procesos mejorados. La definición de los procesos comienza con un modelado descriptivo de los procesos reales de la organización. Esta actividad se divide en dos tareas: una familiarización con los procesos, y una obtención detallada de información a partir de entrevistas, observaciones y seminarios, y del análisis de los artefactos existentes. La primera versión de la representación de los procesos se puede analizar, completar o adaptar en concordancia con el objetivo de la iniciativa de SPI y las metas de la organización. La fase de definición se puede repetir varias veces hasta que se obtenga una representación satisfactoria de los procesos.
- *Fase 4 – Implementación.* El objetivo de esta fase es institucionalizar los procesos mejorados. Lo primero que se realiza en esta fase es definir paralelamente las evaluaciones de los procesos y la planeación de la implementación. La planeación de la evaluación incluye la revisión y/o definición de métricas para monitorear y determinar la efectividad y sustentabilidad de los procesos y si los beneficios esperados se alcanzaron. La planeación de la implementación incluye la revisión de la disponibilidad y de la asignación de los recursos, de la información, y de la

infraestructura. Además, incluye la revisión de la motivación y la capacitación de los empleados que ejecutarán los procesos que se implementarán.

Finalmente, se realizan las actividades de monitoreo y control, y de análisis post-mortem. En estas actividades se recolecta y analiza información del establecimiento de los procesos, y si se requiere, realizan acciones correctivas y se actualiza el plan de mejora. Una vez que se completa un ciclo de establecimiento de procesos, se evalúa si la propuesta de establecimiento de procesos sirve como base para una mejora continua. Esta evaluación se realiza por medio de la recolección (utilizando reuniones de realimentación o cuestionario) y el análisis de las opiniones de los involucrados en la mejora. Finalmente, se inicia un nuevo ciclo partiendo de la fase de diagnóstico.

3.3.8 IFLAP

IFLAP (por sus siglas en inglés ‘Improvement Framework utilizing Light weight Assessment and improvement Planning’) es una guía inductiva liviana que se elaboró en Suecia y que se publicó en el 2008 (Pettersson et al., 2008). IFLAP se enfoca en analizar y triangular la información de los proyectos, de las experiencias de los empleados, y de los procesos de la organización para identificar las áreas de mejora. IFLAP al ser inductiva, no basa la mejora en un PRM. A continuación se describen las fases en las que IFLAP divide las iniciativas de SPI (ver Figura 8).

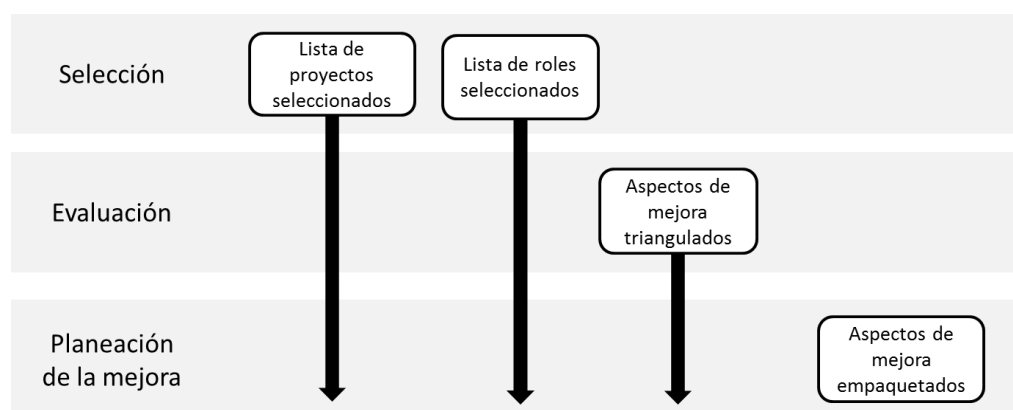


Figura 8. Guía de implantación IFLAP (Pettersson et al., 2008).

IFLAP supone que el alcance de la iniciativa de SPI ya está definido antes de iniciar la primera fase.

- *Fase 1 – Selección.* En esta fase se seleccionan cuidadosamente los proyectos, los roles y los empleados que formarán parte de la evaluación de los procesos. Se deben seleccionar aquellos proyectos que representan a la población de proyectos actuales, y en la mayor medida a los posibles proyectos futuros. Del mismo modo, se deben seleccionar los roles más representativos de cada proceso y los roles responsables de las actividades que se evaluarán. Finalmente, se deben seleccionar a los empleados más representativos que desempeñan cada rol, y que a su vez, sean adecuados para participar en la evaluación y en la mejora de los procesos.
- *Fase 2 – Evaluación.* Se realiza la evaluación a través de un estudio de proyectos y un estudio de línea, y posteriormente se triangulan los resultados obtenidos.
- *Fase 3 – Planeación de la mejora.* En esta fase se determina cómo alcanzar las mejoras previamente identificadas. Para lograrlo, se elaboran pequeños paquetes de mejora que incluye un número reducido de acciones de mejora priorizadas tomando en cuenta las necesidades de la organización, las restricciones prácticas, y los costos de implementación. Finalmente, se determina el orden de realización de las mejoras basándose en sus dependencias y sus restricciones.

3.3.9 PmCOMPETISOFT

PmCOMPETISOFT es una guía iterativa, incremental, y ágil que se elaboró en Colombia y que se publicó en 2009 (Pino et al., 2009). PmCOMPETISOFT es la versión mejorada de la guía Agile SPI (Hurtado, Pino, Vidal, Pardo, y Fernández, 2008) que es un marco de trabajo que se fundamenta en los modelos IDEAL, TSP, y SCRUM. PmCOMPETISOFT se enfoca en proveer entregas tempranas y continuas de mejoras significativas a los procesos, diagnosticar continuamente los procesos de la organización, establecer una colaboración efectiva entre los diferentes actores involucrados en la iniciativa de SPI, y a construir proyectos individuales, grupales y organizacionales con empleados motivados hacia la

mejora. PmCOMPETISOFT fomenta la realización de mini-ciclos de mejora independientes que incluye un conjunto de casos de mejora. PmCOMPETISOFT divide las iniciativas de SPI en las siguientes fases (ver Figura 9).

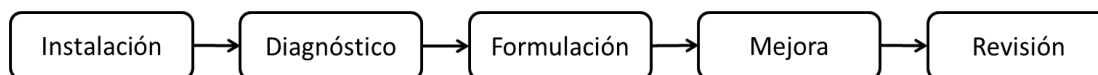


Figura 9. Guía de implantación PmCOMPETISOFT (Pino et al., 2009).

- *Fase 1 – Instalación.* Esta fase inicia cuando la organización está motivada para mejorar los procesos. En esta fase se crea una propuesta de mejora basada en las necesidades de la organización; y se integra la estructura que dará soporte a la iniciativa de SPI. La propuesta la tiene que aprobar la gerencia para garantizar la asignación de los recursos necesarios.
- *Fase 2 – Diagnóstico.* Una vez instalada la iniciativa de SPI, en esta fase se evaluará el estado de los procesos, y con base en los resultados, se priorizan los casos de mejora. Un producto de esta fase es el plan general de mejora.
- *Fase 3 – Formulación.* En esta fase se toman los casos de mejora prioritarios y se planea la primera iteración de mejora. El principal producto de esta etapa es el plan de ejecución de mejora que incluye las estimaciones del esfuerzo, recursos y tiempo que se necesitará para concluir los casos de mejora. Además, estas estimaciones servirán como base para estimar el esfuerzo de los futuros casos de mejora.
- *Fase 4 – Mejora.* En esta fase se gestiona el esfuerzo de los casos de mejora basándose en las estimaciones especificadas en el plan de ejecución de mejora. Además, se crea un documento donde se registran los detalles de las pruebas piloto y la evaluación de las mejoras realizadas. Si las pruebas piloto son satisfactorias, se crean planes de aceptación e institucionalización de los procesos nuevos.
- *Fase 5 – Revisión del programa.* En esta fase se retroalimenta la iniciativa de SPI antes de comenzar nuevamente la fase de instalación. Con la información recolectada se debe evaluar el trabajo realizado y se deben corregir o ajustar el

programa de SPI, la infraestructura establecida, los métodos utilizados, los canales de comunicación, y las soluciones a los problemas identificados.

3.4 Marco de trabajo propuesto para caracterizar las GI

Comparar las GI podría ayudar a clasificarlas, a identificar sus similitudes, sus diferencias, sus fortalezas y sus limitaciones, y a identificar áreas de oportunidad para futuras investigaciones. Además, un análisis comparativo podría ayudar a las MIPYME a seleccionar la GI más adecuada de acuerdo a sus metas, características, condiciones, y restricciones. Sin embargo, analizar y comparar las GI es una actividad difícil porque éstas no están descritas en una forma explícita, clara y estandarizada; y porque no existe un marco de trabajo que describa sus características principales. Para solucionar este problema, en esta investigación se elaboró un marco de trabajo que ayuda a describir y comparar las GI. De acuerdo con Song y Osterweil (1992), la tarea de comparar objetivamente una metodología con cualquier otra es difícil y los resultados a menudo se basan en la experiencia subjetiva del practicante y/o en la intuición de los autores. Para evitar estos problemas existen dos alternativas: las comparaciones informales y las comparaciones cuasi-formales (Song y Osterweil, 1994). Las comparaciones cuasi-formales tratan de superar las limitaciones subjetivas de la técnica de comparaciones informales. De acuerdo con Sol (1983), las comparaciones cuasi-formales se pueden plantear en las siguientes cinco maneras:

1. **Modelo ideal.** Describir un método ideal y evaluar los otros métodos contra él.
2. **Marco de trabajo.** Extraer inductivamente un conjunto de características importantes a partir de varios métodos y comparar los métodos entre sí.
3. **Hipótesis.** Formular una hipótesis a priori acerca de los requerimientos del método y derivar un marco de trabajo a partir de evidencia empírica de varios métodos.
4. **Metalinguaje.** Definir un metalinguaje como un vehículo de comunicación y un marco de referencia con el cual se puedan describir muchos métodos.

5. **Contingencia.** Usar un enfoque de contingencia y relacionar las características de cada método a problemas específicos.

De acuerdo con Song y Osterweil (1992), las propuestas dos y cuatro son las más cercanas al método científico clásico usado para propósitos de comparación, porque se enfocan en analizar las metodologías actuales en lugar de realizar hipótesis acerca de un modelo idealizado.

En esta investigación se utilizó la propuesta número dos; es decir, a través de un análisis inductivo, incremental e iterativo se identificaron un conjunto de características importantes de las principales GI para las MIPYME. Posteriormente, a partir de estas características se elaboró un marco de trabajo. El marco de trabajo ayuda a describir las GI utilizando un conjunto de características genéricas (*i.e.* problemas que aborda, metas específicas, modelo base, roles, fases, etc.). La Tabla 7 describe brevemente los elementos del marco de trabajo. En la Sección 3.4.2 se presenta una descripción más detallada de cada elemento del marco de trabajo.

3.4.1 Caracterización de las guías de implantación

En esta sección se describen las características de las GI utilizando como base el marco de trabajo propuesto en la sección anterior. Para caracterizar las GI, por cada una de ellas se elaboró una tabla que resume sus características particulares. Por restricciones de espacio se resumieron las características particulares de las GI en la Tabla 8 y las tablas de las GI se ubicaron en el Apéndice 2 (para más información consultar de la Tabla 39 a la Tabla 47).

3.4.2 Análisis comparativo de las guías de implantación

A continuación se comparan las características de las GI para las MIPYME y se identifican sus diferencias y similitudes. Es importante mencionar que esta comparación no tiene la intención de valorar una GI sobre las demás. El orden del análisis sigue la secuencia de los elementos del marco de trabajo propuesto en la Sección 3.4.

Tabla 7. Marco de trabajo propuesto para comparar las guías de implantación.

#	Elemento	Descripción
1	Peculiaridad	¿Cuál es la peculiaridad de la GI?
2	Problemas que aborda	¿Cuáles son los problemas generales en los que se enfoca la GI?
3	Metas específicas	¿Cuáles son las metas específicas de la GI?
4	Guía de implantación base	¿Cuál es la guía en la que se fundamenta la GI?
5	Método de inferencia	¿Cuál es el método de inferencia para identificar las áreas de mejora de la GI?
8	PRM	¿Cuál es el PRM que ayuda a implantar la GI?
6	Incremental	¿La GI es incremental?
7	Iterativo	¿La GI es iterativa?
9	Flexibilidad	¿La GI ofrece la libertad de seleccionar y priorizar las áreas de mejoras?
10	Nivel de detalle	¿Cuál es el grado de definición de las actividades de la GI?
11	Herramientas	¿Cuáles herramientas de soporte utiliza la GI?
12	Reutilización	¿Cuál es grado en el que la GI reutiliza el conocimiento actual de los procesos?
13	Etapas	¿Cuáles son las etapas que incluye y define la GI?
14	Requerimientos iniciales	¿Cuáles son los requerimientos iniciales de la GI?
15	Necesidades de la organización	¿Cuál metodología utiliza la GI para evaluar las necesidades de la organización?
16	Evaluación de los procesos	¿Cuál metodología utiliza la GI para evaluar la madurez de los procesos?
17	Evaluación de las mejoras	¿Cuál metodología utiliza la GI para evaluar las mejoras en los procesos?
18	Asesores externos	¿Cuál es el grado de involucramiento de los asesores externos en la GI?
19	Motivación y compromiso	¿Cuál metodología utiliza la GI para motivar y comprometer a los empleados?
20	Participación de los empleados	¿Cuál es el grado de involucramiento de los empleados en la GI?
21	Validación	¿Cómo se validó la GI?
22	Resultados obtenidos	¿Cuáles son los resultados que se obtuvieron durante la validación de la GI?
23	Esfuerzo	¿Cuál es el esfuerzo que requiere la GI?

Peculiaridad. Todas las guías de implantación tienen una particularidad que las identifica y las diferencia de las demás. IDEAL es un modelo iterativo, continuo e incremental que divide a las iniciativas de SPI en cinco fases. TAPISTRY utiliza un seminario guiado por expertos para evaluar los procesos y para definir el plan de mejora. IMPACT representa en diferentes niveles los proyectos y los procesos para incluir las experiencias adquiridas por los empleados en los proyectos. MESOPYME utiliza los paquetes de acción que son soluciones generales para los procesos de software. PRISMS integra un método de evaluación de procesos simplificado y métricas de procesos. ASPE-MSD simplifica e integra un conjunto de técnicas de SPI para que se adapten al contexto de las MIPYME.

IFLAP analiza y triangula la información de múltiples proyectos, de las experiencias de los empleados y de los procesos de la organización para identificar las áreas de mejora. Finalmente, PmCOMPETISOFT realiza mini-ciclos de mejora independientes que incluyen un conjunto de casos de mejora.

Guía de implantación base. La elaboración de las GI para las MIPYME ha sido una actividad desarrollada aisladamente. La mayoría de las GI, exceptuando las guías MESOPYME, PmCOMPETISOFT y TAPISTRY, se han propuesto sin fundamentarse en las GI elaboradas previamente (ver Tabla 8, renglón 1). Las guías MESOPYME y PmCOMPETISOFT se fundamentan en la guía IDEAL, y la guía TAPISTRY se fundamenta en la guía BOOTSTRAP (guía para organizaciones grandes).

Problemas que abordan. En general, las GI coinciden en que las iniciativas de SPI en las MIPYME son un proyecto complejo, demandante y desafiante que requiere de ayuda para definir e implementar las actividades de SPI de una manera particular y considerablemente diferente que en las organizaciones grandes. Los principales problemas generales en los que se enfocan las GI son los costos y los tiempos (e.g., MESOPYME, PRISMS, IMPACT, OWPL, IFLAP y PmCOMPETISOFT), y los resultados a largo plazo de las iniciativas de SPI (e.g., IMPACT, PRISMS e IFLAP). Además, existen otros problemas menos señalados como son la planeación y el seguimiento de la iniciativa de SPI (MESOPYME), los riesgos (PRISMS), la carencia de conocimientos y experiencia (TAPISTRY), y la baja compatibilidad de los PRM con las características de la organización (IFLAP).

Metas específicas. Para solucionar los problemas anteriores, las GI tienen la meta general de proveer una descripción genérica de una secuencia de pasos recomendados para realizar una iniciativa de SPI. Además, tienen un conjunto de metas específicas. La Tabla 9 detalla las metas específicas más comunes de las GI. Las metas específicas más comunes son: (1) mejorar incrementalmente, (2) obtener resultados a corto plazo, (3) relacionar las metas de SPI a las metas del negocio, y (4) reducir el esfuerzo requerido por la iniciativa. La GI que cumple con más metas específicas es la guía ASPE-MSD y las guías que cumplen con menos metas específicas son TAPISTRY, PRISMS, y OWPL.

Tabla 8. Resumen de las características de las guías de implantación.

#	Característica	IDEAL	TAPISTRY	IMPACT	MESOPYME	PRIMS	OWPL	ASPE/MSC	IFLAP	PmCOMPETISOFT	
1	Guía base	-	BOOTSTRAP	-	IDEAL	-	-	-	-	IDEAL	
2	Método de inferencia	Prescriptivo	Prescriptivo	PIH	Prescriptivo	Prescriptivo	Prescriptivo	Híbrido	Inductivo	Prescriptivo	
		Específico	Específico	Genérico	Específico	Específico	Específico	Genérico	-	Específico	
3	PRM	CMM	BOOTSTRAP	Cualquiera	CMM	CMM	OWPL	Cualquiera	-	COMPETISOFT	
4	Incremental	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
5	Iterativo	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
6	Flexibilidad	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
7	Nivel de detalle	Detallada	Simplificada	Simplificada	Simplificada	Simplificada	Simplificada	Simplificada	Simplificada	Detallada	
8	Herramientas	-	✓	✓	✓	✓	-	✓	-	-	
9	Reutilización	-	✓	✓	-	✓	-	✓	✓	✓	
10	Establecimiento	■	■	■	■	□	□	■	■	■	
11	Diagnóstico	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
12	Formulación	■	■	■	■	■	□	■	■	■	
13	Acción	■	□	▣	▣	▣	□	■	□	■	
14	Revisión	■	□	■	□	■	□	■	□	■	
15	Requerimientos iniciales	✓	-	✓	✓	-	✓	-	✓	✓	
16	Necesidades de la organización	✓	✓	-	○	✓	○	✓	✓	○	
17	Evaluación de los procesos	Formal	Informal	Formal o informal	Formal	Informal	Formal o informal	Informal	Informal	Formal o informal	
18	Eval. de las mejoras	✓	-	✓	✓	✓	-	✓	-	✓	
19	Asesores externos	◆	◇	◆	◇	◇	◇	◆	◆	◆	
20	Participación de los empleados	✓	-	✓	-	✓	-	✓	✓	✓	
21	Motivación y compromiso	◎	-	-	◎	-	-	◎	◎	◎	
22	Validación (organizaciones)	3	ND	1	3	4	2	2	1	4	
23	Esfuerzo (Horas hombre - mes)	240	ND	ND	91	ND	ND	27	81	42	
Notaciones:		✓ - Incluida - - No incluida PIH – Prescriptivo, inductivo o híbrido ND – No disponible			■ - Descrita ▣ -Incluida pero no descrita □ -No considerada			◆ - Participa en toda la iniciativa ◇ - Participa en algunas actividades ◎ - Considerados pero no especifica cómo evaluarlos ○ - Incluida pero no especifica cómo definir las			

En la mayoría de los casos, las GI no especifican claramente cómo al utilizarlas se alcanzan las metas específicas (e.g., obtener resultados a corto plazo, reducir el tiempo y los costos de la iniciativa, aumentar la eficiencia, etc.).

Tabla 9. Análisis de las metas específicas de las guías de implantación.

#	Metas específicas	Guía de implantación									%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Mejorar incrementalmente	✓	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	77 %
2	Obtener resultados a corto plazo	-	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	66 %
3	Relacionar las metas de SPI a las metas del negocio	✓	✓	-	-	✓	-	✓	✓	✓	66 %
4	Reducir el esfuerzo necesario	-	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	-	55 %
5	Reducir los recursos necesarios	-	-	✓	✓	-	✓	✓	-	-	44 %
6	Reducir el tiempo necesario	-	-	✓	✓	-	✓	✓	-	-	44 %
7	Aumentar la transparencia de la iniciativa de SPI	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	✓	44 %
8	Aprovechar los métodos de evaluación existentes	✓	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	44 %
9	Facilitar la administración de la iniciativa de SPI	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	✓	44 %
10	Aumentar la eficiencia	✓	-	-	-	-	-	✓	-	✓	33 %
11	Aprovechar la tecnología existente	-	✓	✓	-	-	-	✓	-	-	33 %
12	Iniciativas compatibles con la cultura de las MIPYME	-	-	✓	-	-	-	-	✓	-	22 %
13	Diseñar procesos a la medida	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	11 %
Total		7	4	7	7	4	4	9	6	7	
1-IDEAL, 2-TAPISTRY, 3-IMPACT, 4-MESOPYME, 5-PRISMS, 6-OWPL, 7-ASPE-MS, 8-IFLAP, 9-PmCOMPETISOFT											

Métodos de inferencia. En general, las GI utilizan los siguientes tres métodos de inferencia para identificar las áreas de mejora: el método prescriptivo, el método inductivo, y el método híbrido. En el *método prescriptivo* o basado en un modelo de procesos, las propuestas de SPI se elaboran a partir del conjunto de mejores prácticas que se definen en un PRM y que han probado ser exitosas en otras organizaciones. Por el contrario, el *método inductivo* toma como punto de partida una profunda comprensión de la situación actual de una organización y fundamenta la iniciativa de SPI en los aspectos más críticos de la organización. Finalmente, el *método híbrido* mezcla los dos métodos anteriores. Este método toma en cuenta tanto la situación y necesidades de la organización como las mejores prácticas definidas en un PRM. En la Tabla 8 (ver renglón 2) se especifica el método de inferencia que utilizan las GI para las MIPYME. La mayoría de las GI utilizan el método prescriptivo. Las excepciones son las GI híbridas IMPACT y ASPE-MS, y la guía inductiva IFLAP. Algunas de las desventajas de las iniciativas de SPI inductivas es que pueden carecer del reconocimiento nacional o internacional que obtienen las iniciativas

basadas en los PRM, y que es difícil determinar la madurez de los procesos con respecto a otras organizaciones. Además, las GI prescriptivas (incluyendo las guías híbridas) se dividen en dos grupos (ver Tabla 8, renglón 2): las guías genéricas y las guías específicas. Las *guías genéricas* ayudan en la implantación de cualquier PRM. Por el contrario, las *guías específicas* sirven sólo para un PRM específico. La mayoría de las guías prescriptivas son específicas, las únicas excepciones son las guías IMPACT y ASPE-MSA.

Los PRM que ayudan a implementar las GI. La categoría de las guías específicas está dividida en cuatro grupos: las que ayudan a realizar iniciativas basadas en CMM-CMMI, las que ayudan a realizar iniciativas basadas en ISO-15504, las que ayudan a realizar iniciativas basadas en COMPETISOFT, y las que ayudan a realizar iniciativas basadas en OWPL. En la Tabla 8 (ver renglón 3) se especifica el PRM que ayuda a implantar cada GI. La categoría que agrupa más GI es la categoría específica para CMM-CMMI con las siguientes tres GI: IDEAL, PRISMS y MESOPYME. Posteriormente, le siguen las categorías específicas que cada una incluye solamente una guía: ISO-15504 (TAPISTRY), COMPETISOFT (PmCOMPETISOFT) y OWPL (OWPL).

Incremental, iterativo, flexibilidad, y nivel de detalle. La mayoría de las GI son incrementales e iterativas (ver Tabla 8, renglón 4 y 5). La única excepción es la GI TAPISTRY que consiste en un seminario que se realiza solamente una vez. Por otra parte, todas las GI son flexibles (ver Tabla 8, renglón 6); es decir, permiten que las organizaciones, dependiendo de sus recursos y su condición, puedan elegir cuántas y cuáles áreas mejorar y cuándo mejorarlas. Finalmente, la mayoría de las GI se describen simplícidamente (ver Tabla 8, renglón 7); es decir, solamente describen brevemente las etapas y las actividades de la iniciativa de SPI. Las excepciones son las guías IDEAL y PmCOMPETISOFT que detallan las etapas, las actividades, los roles, y los productos de entradas y salida de cada actividad, facilitando así la realización de la iniciativa de SPI.

Herramientas y reutilización de conocimiento. Cinco de las GI (TAPISTRY, IMPACT, MESOPYME, PRISMS, y ASPE-MSA) incluyen la utilización de herramientas de soporte a la iniciativa de SPI (ver Tabla 8, renglón 8). Las principales herramientas propuestas son

guías electrónicas de procesos (EPG, por sus siglas en inglés ‘Electronic Process Guide’), herramientas para la evaluación y la auto-evaluación de procesos y plantillas de SPI. Por otra parte, seis GI (TAPISTRY, IMPACT, PRISMS, ASPE-MS, IFLAP, y PmCOMPETISOFT) reutilizan el conocimiento de los procesos actuales (ver Tabla 8, propiedad 9); es decir, que explícitamente toman en cuenta la experiencia y conocimientos de los empleados acerca de los procesos y las áreas que se necesitan mejorar.

Etapas. En general, una iniciativa de SPI que se realice administrativamente contiene las siguientes cinco fases: establecimiento, diagnóstico, formulación, acción, y revisión. En la fase de *establecimiento* se definen las necesidades de la organización y la estructura de soporte a la iniciativa de SPI. En la fase de *diagnóstico* se evalúan los procesos de la organización. En la fase de *formulación* se elabora un plan de mejora donde se establecen las actividades que se realizarán. En la fase de *acción* se realizan los cambios a los procesos. Finalmente, en la fase de *revisión* se verifica que se hayan obtenido las mejoras planeadas, se controlan las desviaciones de la iniciativa, y se recolectan las lecciones aprendidas. En la Tabla 8 (ver renglones del 10 al 14) se definen las etapas que consideran cada guía y el grado de especificación de las etapas. Solamente cuatro de las nueve GI consideran las cinco fases (IDEAL, IMPACT, ASPE-MS, y PMCOMPETISOFT); sin embargo, de estas guías solamente tres definen todas las fases. La guía IMPACT no describe la fase de implementación. La GI MESOPYME no incluye la fase de revisión y no describe la fase de acción. La guía PRISMS no incluye las fases de establecimiento y no describe la fase de acción. Por otra parte, algunas GI solamente se enfocan en una parte de las iniciativas de SPI; por ejemplo, la guía OWPL solamente incluye la fase de diagnóstico. La guía TAPISTRY solamente incluye las fases de establecimiento, diagnóstico y de formulación. Finalmente, la guía IFLAP solamente incluye las fases de establecimiento, diagnóstico y formulación.

Requerimientos iniciales. La mayoría de las GI, exceptuando las guías TAPISTRY, PRISMS y ASPE-MS, tienen requerimientos iniciales (ver Tabla 8, renglón 15). Estos requerimientos se pueden clasificar en dos tipos: productos o actividades. Dentro de las GI

que requieren productos de entrada se encuentra la guía MESOPYME, que requiere los paquetes de acción de los procesos que se quieren mejorar; la guía OWPL, que requiere las pruebas para la micro-evaluación y la evaluación OWPL; y la guía PmCOMPETISOFT, que requiere el plan estratégico de la organización y un mapa de los procesos. Por otra parte, dentro de las GI que requieren actividades de entrada se encuentra la guía IDEAL, que requiere una revisión y adaptación de la guía a las características de la organización; la guía IMPACT, que requiere que las organizaciones realicen los proyectos con buenas prácticas administrativas para aprovechar el ciclo del proyecto; y la guía IFLAP, que requiere que la planeación de la iniciativa de SPI ya esté definida cuando se inicie la primera fase.

Necesidades de la organización. Uno de los factores más importantes de las iniciativas de SPI es que las necesidades y objetivos de la organización estén contenidos y guíen el flujo de las actividades de SPI. La mayoría de las GI, exceptuando la guía IMPACT, consideran las metas y las necesidades de las organizaciones (ver Tabla 8, renglón 16). Sin embargo, las guías MESOPYME, OWPL, y PmCOMPETISOFT no especifican cómo identificarlas o definir las. Para identificar las necesidades de la organización, las guías TAPISTRY y ASPE-MSD utilizan el análisis FODA (por sus siglas ‘Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, y Amenazas’). La guía IDEAL propone analizar los documentos de la visión del negocio y de las necesidades de la organización y entrevistar a los administradores. La guía PRISMS establece que el administrador debe definir las metas y necesidades del negocio. Finalmente, la guía IFLAP propone que las necesidades de la organización se identifiquen por medio de entrevistas realizadas a los empleados.

Metodología de evaluación de los procesos. Durante las iniciativas de SPI, una de las fases más importante es el diagnóstico del estado de los procesos. Las GI utilizan diferentes metodologías para realizar esta actividad. En general, se pueden clasificar las metodologías de evaluación en dos categorías: las formales y las informales. En las *metodologías formales*, una persona experta compara los procesos de la organización con los procesos definidos en un PRM y comprueba si cada práctica de los procesos produce los resultados

esperados, analiza cómo se producen los resultados (nivel de madurez), y también identifica si la práctica se aplica a todos o sólo a algunos de los proyectos (grado de institucionalización). En las *metodologías informales*, un empleado de la organización realiza una evaluación de los procesos utilizando una metodología de evaluación simplificada de un PRM o a través del modelado y análisis de los procesos actuales.

En la Tabla 8 (ver renglón 17) se especifica el tipo de evaluación que utilizan las GI. La minoría de las GI (IDEAL, MESOPYME y ASPE-MS) emplean evaluaciones formales. De las guías restantes, las guías TAPISTRY, PRISMS, e IFLAP utilizan evaluaciones informales. La guía TAPISTRY utiliza un seminario de evaluación; la guía PRISMS utiliza un seminario de conciencia y entrevistas con los empleados; y la guía IFLAP utiliza un análisis de documentos y entrevistas. Finalmente, las tres guías restantes (IMPACT, OWPL y PmCOMPETISOFT), dependiendo de las necesidades y características de la organización, pueden utilizar una evaluación formal o una informal. La guía IMPACT emplea el modelado de procesos cuando evalúa informalmente los procesos. En esta técnica se realizan entrevistas, cuestionarios y observaciones para identificar el estado actual de los procesos y sus deficiencias. En el caso de OWPL, se realiza una micro-evaluación o una evaluación OWPL. En el caso de la guía PmCOMPETISOFT, se realiza una evaluación interna. En algunos casos las evaluaciones informales pueden tener limitaciones; por ejemplo, en la guía TAPISTRY la breve duración del seminario (dos días) puede limitar la profundidad de la información obtenida en la auto-evaluación y en el análisis de los resultados (Kuvaja et al., 1999). En algunos otros casos requieren de desarrollar habilidades y conocimientos especiales; por ejemplo, la guía IFLAP requiere conocimientos y habilidades para realizar entrevistas y analizar la información que se genera a partir de éstas (Pettersson et al., 2008).

Evaluación de las mejoras. La mayoría de las GI, exceptuando las guías TAPISTRY, OWPL e IFLAP, definen un mecanismo para evaluar el logro de los objetivos planeados en la iniciativa de SPI (ver Tabla 8, renglón 18). Los mecanismos más comunes son las métricas de procesos (IDEAL, MESOPYME y PmCOMPETISOFT), y las métricas

genéricas (IMPACT, PRISMS y ASPE-MSD) utilizando el paradigma GQM (por su siglas en inglés ‘Goal, Question, Metric’). Además, algunas GI complementan las métricas con otros mecanismos; por ejemplo, las guías IMPACT y ASPE-MSD utilizan la realimentación de los participantes de la iniciativa (entrevistas, cuestionarios, etc.). Finalmente, la guía PRISMS utiliza métricas del proyecto, de la detección de defectos, y del retorno de inversión.

Asesores externos. A pesar de que en la mayoría de las GI no se define explícitamente el rol de asesor externo (experto), en la mayoría de los casos de estudio donde se utilizan las GI, los asesores externos tienen una participación importante en las actividades de la iniciativa de SPI (ver Tabla 8, renglón 19). En las guías IDEAL, ASPE-MSD, IFLAP, PMCOMPETISOFT, e IMPACT los asesores externos típicamente se encargan de guiar toda la iniciativa de SPI y de servir de consultores de procesos. En las guías restantes (PRISMS, OWPL, TAPISTRY, MESOPYME) los asesores externos sólo participan en algunas actividades específicas. Por ejemplo, en la guías PRISMS y OWPL se encargan de evaluar la madurez de los procesos. En la guía TAPISTRY se encargan de guiar el seminario de evaluación y planeación. Finalmente, en la guía MESOPYME se encargan de crear los paquetes de acción o de adaptarlos a las características específicas de las organizaciones.

Participación de los empleados. El involucramiento de los profesionales durante la iniciativa de SPI es un factor importante dentro de las iniciativas de SPI. La mayoría de las GI, exceptuando las guías TAPISTRY, MESOPYME y OWPL, especifican las actividades que tienen que realizar los empleados que no desempeñan un rol activo dentro de la iniciativa de SPI (ver Tabla 8, renglón 20). Las principales actividades en la que participan los empleados son: la identificación y priorización de las áreas de mejora, la revisión de la definición de los procesos, y la evaluación de los efectos de las mejoras. En las guías PmCOMPETISOFT y PRISMS los empleados solamente actúan como espectadores a los que se les informa acerca de los avances en la iniciativa de SPI.

Motivación y compromiso. La mayoría de las GI, exceptuando las guías TAPISTRY, IMPACT, PRISMS y OWPL, consideran que es necesario motivar a los empleados y obtener su compromiso durante la iniciativa de SPI (ver Tabla 8, renglón 21). Sin embargo, ninguna de estas guías especifica cómo evaluar la motivación y el compromiso, o cómo motivar a los empleados y obtener su compromiso.

Validación, resultados obtenidos y esfuerzo. En general, todas las GI se han validado utilizando casos de estudios donde participan de una a cuatro organizaciones (ver Tabla 8, renglones 22 y 23). Las únicas excepciones son las guías OWPL y TAPISTRY que especifican que se han utilizadas en un gran número de organizaciones, pero no especifican la cantidad. En la mayoría de los casos de estudios, exceptuando los realizados con la guía PmCOMPETISOFT, no se detallan el estado inicial y final de los procesos mejorados, las actividades realizadas, y las lecciones aprendidas. Por otra parte, la mayoría de las GI, exceptuando las guías TAPISTRY, IMPACT, PRISMS y OWPL, especifican el esfuerzo en horas-hombre/mes (HHM) utilizados durante los casos de estudio. La guía que requiere el menor esfuerzo es ASPE-MSD con 27 HHM, y la guía que requiere el mayor esfuerzo es la guía IDEAL con 240 HHM como mínimo.

3.5 Análisis de los factores de SPI que consideran las GI

Esta sección presenta un análisis de las fortalezas y limitaciones de las GI para reconocer y considerar los aspectos que limitan la continuidad y sustentabilidad de las iniciativas de SPI. Durante este análisis se analizaron sistemáticamente las GI para identificar cuáles factores de SPI consideran. Este análisis se fundamentó en los 132 factores de SPI identificados previamente en esta investigación (consultar el Capítulo 2 para conocer más detalles).

La Tabla 10 resume la cantidad de factores de SPI que considera cada GI en cada categoría y subcategoría. Las tres primeras columnas de la tabla especifican, respectivamente, el número, el nombre y el total de factores incluidos en cada subcategoría. Las columnas de la 4 a las 12 (con encabezados del 1 a 9) especifican la cantidad de factores que considera

cada GI en cada subcategoría. Finalmente, la columna más a la derecha especifica el porcentaje promedio de consideración de los factores en las GI para cada subcategoría. Algunas de las celdas se sombrearon con gris para enfatizar que esa es la GI o una de las GI que considera más factores en esa subcategoría. Además, la Tabla 10 especifica la cantidad y el porcentaje de factores externos e internos que consideran las GI, y la cantidad y el porcentaje total de factores (suma de factores internos y externos). Los *factores externos* son aquellos que se generan fuera de la organización y que influyen en la iniciativa de SPI. Por el contrario, los *factores internos* son aquellos que se generan dentro de la organización y que influyen en la iniciativa de SPI.

Tabla 10. Resumen de los factores de SPI que consideran las guías de implantación.

#	Subcategorías	Total	Guías de SPI									%
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Factores externos												
1	Entorno organizacional	3	0	0	1	0	0	1	1	0	0	11%
2	PRM	6	3	2	2	2	2	1	2	0	1	28%
3	Consultores	4	0	2	0	0	0	0	0	2	0	11%
Total factores externos		13	3	4	2	2	2	1	2	2	1	
Porcentaje		100%	23%	31%	15%	15%	15%	7%	15%	15%	7%	
Factores internos												
1	Políticas y estrategia organizacional	7	4	0	0	2	0	0	3	1	1	17%
2	Cultura y clima organizacional	10	4	0	0	0	0	0	2	0	0	5%
3	Estructura organizacional	12	7	0	0	1	1	1	2	2	1	11%
4	Proceso de desarrollo de software	12	6	0	7	3	2	2	4	1	2	20%
5	Miembros gerenciales	9	7	0	1	2	1	0	4	5	4	24%
6	Miembros de la organización	19	11	2	2	4	2	0	2	7	4	16%
7	Miembros del equipo de SPI	14	11	0	0	0	0	1	2	3	3	13%
8	Proyecto de SPI	36	20	9	12	16	8	6	20	20	20	33%
Total factores internos		119	70	11	22	28	14	10	39	39	35	
Porcentaje		100%	59%	9%	18%	24%	12%	8%	33%	33%	29%	
Gran total												
Total factores (internos + externos)		132	73	15	24	30	16	11	41	41	36	
Porcentaje		100%	55%	11%	18%	23%	12%	8%	31%	31%	27%	
1-IDEAL, 2-TAPISTRY, 3-IMPACT, 4-MESOPYME, 5-PRISMS, 6-OWPL, 7-ASPE-MS, 8-IFLAP, 9-PmCOMPETISOFT												

A partir del análisis se determinó que la mayoría de las GI tienen graves deficiencias en considerar los factores externos. Las GI que consideran más factores externos son TAPISTRY (31%) e IDEAL (23%). Las GI que consideran menos factores son OWPL (7%) y PmCOMPETISOFT (7%). Los factores externos más considerados por las GI son los relacionados con el PRM (28%). Por otra parte, la mayoría de las GI también tienen graves

deficiencias en considerar los factores internos. El orden descendente de las GI con respecto al porcentaje de inclusión de los factores es el siguiente: IDEAL (59%), ASPE-MS (33%), IFLAP (33%), PmCOMPETISOFT (29%), MESOPYME (23%), IMPACT (18%), PRISMS (12%), TAPISTRY (9%), y finalmente OWPL (8%). Por otra parte, el orden descendente de las subcategorías con respecto al porcentaje de consideración por las GI es el siguiente: factores del proyecto de SPI (33%), factores de los gerentes (24%), factores de los procesos de desarrollo (20%), factores de los miembros de la organización (16%), factores del equipo de SPI (13%), factores de la política y estrategia organizacional (13%), factores de la estructura organizacional (11%), y finalmente los factores de la cultura y el clima organizacional (5%).

Finalmente, el orden descendente de las GI con respecto al porcentaje total (i.e., suma de factores internos y externos) de inclusión de los factores es el siguiente: IDEAL (55%), ASPE-MS (31%), IFLAP (31%), PmCOMPETISOFT (27%), MESOPYME (23%), IMPACT (18%), PRISMS (12%), TAPISTRY (11%), y finalmente OWPL (8%). A continuación se presenta un análisis detallado de los factores de SPI que consideran las GI. Los resultados se presentan siguiendo el orden de las categorías principales (factores externos y factores internos) y de las subcategorías de los factores de SPI.

3.5.1 Análisis de los factores externos que consideran las GI

En esta sección se muestra el análisis de los factores externos. La Tabla 11 detalla los factores externos que considera cada una de las GI. La primera y la segunda columna de la tabla indican, respectivamente, el número y el nombre del factor. Las columnas de la 3 a la 11 representan las GI (las que tiene las leyendas del 1 al 9). Finalmente, la última columna (más a la derecha) representa el porcentaje de las GI que consideran un factor. En la intersección de un renglón i y una columna j puede haber una línea horizontal (-) o una flecha (✓). La flecha significa que la GI de la columna j sí considera el factor i , por el contrario, la línea horizontal significa que no lo considera. Esta nomenclatura se utiliza en las tablas posteriores del presente capítulo. A continuación se presenta el análisis de los

factores externos. Para facilitar la comprensión, los resultados se presentan en forma parcial por cada subcategoría.

Tabla 11. Factores externos que consideran las GI.

#	Factor de SPI	Guía de SPI									%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Entorno organizacional											
1	Disposición de apoyos económicos para SPI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
2	Presión del mercado	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	22%
3	Satisfacción de los clientes	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	11%
Total		0	0	1	0	0	1	1	0	0	
%		0	0	33	0	0	33	33	0	0	
PRM											
1	Compatibilidad del PRM con las características de la org.	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	11%
2	Compatibilidad del PRM con los proyectos de la org.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
3	Conocimientos y habilidades requeridas por el PRM	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	22%
4	Metodologías de apoyo a la implantación PRM	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	88%
5	Tecnologías y herramientas de soporte para el PRM	✓	✓	-	-	✓	-	✓	-	-	33%
6	Experiencias y casos de éxito de la implantación del PRM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
Total		3	2	2	2	2	1	2	0	1	
%		50	33	33	33	33	15	33	0	15	
Consultores											
1	Conocimientos y habilidades en SPI y en los PRM	-	✓	-	-	-	-	-	✓	-	22%
2	Conocimientos y habilidades para gestionar el cambio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
3	Conocimientos y habilidades para integrar equipos de SPI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
4	Experiencia en iniciativas de SPI	-	✓	-	-	-	-	-	✓	-	22%
Total		0	2	0	0	0	0	0	2	0	
%		0	50	0	0	0	0	0	50	0	
1-IDEAL, 2-TAPISTRY, 3-IMPACT, 4-MESOPYME, 5-PRISMS, 6-OWPL, 7-ASPE-MSC, 8-IFLAP, 9-PmCOMPETISOFT											

Entorno organizacional. La mayoría de las GI omiten los factores relacionados con la disposición de apoyos económicos para SPI, la presión del mercado y la satisfacción de los clientes. El factor más considerado por las GI es la presión del mercado (22%). Las GI que consideran más factores son IMPACT (33%), OWPL (33%), y ASPE-MSC (33%). El resto de las GI no consideran ningún factor.

PRM. La mayoría de las GI omiten los factores relacionados con la compatibilidad del PRM con las características de la organización y con los proyectos de desarrollo, con la disponibilidad de experiencias y casos de estudio de la implantación del PRM, con la existencia y eficiencia de las tecnologías y herramientas de soporte para la implantación del PRM, y con los conocimientos y habilidades requeridas por el PRM. El factor más

considerado por las GI es el de metodologías de apoyo a la implantación del PRM (88%). La guía que consideran más factores es IDEAL (50%) y la que considera menos factores es iFLAP (0%).

Consultores. La mayoría de las GI omiten los factores relacionados con las habilidades y conocimientos de los consultores en SPI, en los PRM, en la gestión del cambio, y en la integración del equipo de SPI. Las GI que consideran más factores son TAPISTRY (50%) e IFLAP (50%). El resto de las GI no consideran ningún factor.

3.5.2 Análisis de los factores internos que consideran las GI

A continuación se presenta el análisis de los factores internos que consideran las GI. Para facilitar la comprensión, los resultados de este análisis se presentan por cada subcategoría.

Factores de las políticas y la estrategia de la organización. A partir del análisis (ver la Tabla 12), se determinó que la mayoría de las GI omiten los factores relacionados con las circunstancias de las políticas y la estrategia organizacional (e.g., la estabilidad de la organización, la planeación estratégica organizacional y las políticas organizacionales), y con el apoyo que las políticas y la estrategia de la organización brindan a la iniciativa de SPI (e.g., la prioridad y el presupuesto asignado a la iniciativa de SPI). El factor más considerado por la mayoría de las GI es el de la visión de la iniciativa de SPI como un proyecto (55%). La GI que considera más factores es la guía IDEAL (57%).

Tabla 12. Factores internos que consideran las GI – Políticas y estrategia organizacional.

#	Factor de SPI	Guía de SPI									%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Estabilidad de la organización	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	11%
2	Planeación estratégica de la organización	✓	-	-	-	-	-	✓	-	-	22%
3	Políticas organizacionales	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	22%
4	Colaboración en SPI con otras compañías	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
5	Prioridad asignada a la iniciativa de SPI	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	11%
6	Visión de la iniciativa de SPI como un proyecto	✓	-	-	✓	-	-	✓	✓	✓	55%
7	Presupuesto asignado a la iniciativa de SPI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
Total		4	0	0	2	0	0	3	1	1	
%		57	0	0	28	0	0	43	14	14	

1-IDEAL, 2-TAPISTRY, 3-IMPACT, 4-MESOPYME, 5-PRISMS, 6-OWPL, 7-ASPE-MS, 8-IFLAP, 9-PmCOMPETISOFT

Factores de la cultura y el clima organizacional. A partir del análisis (ver la Tabla 13), se determinó que la mayoría de las GI ignoran los factores relacionados con la cultura organizacional (e.g., la apertura a la innovación y el cambio, y las experiencias previas en cambios organizacionales) y con el clima organizacional (e.g., la motivación, el compromiso, la satisfacción y la seguridad laboral, la integración de los empleados y la confianza entre la gerencia y los empleados). Las GI que consideran más factores son IDEAL (40%) y ASPE-MSA (20%). El resto de las GI no consideran ningún factor.

Factores de la estructura organizacional. A partir del análisis (ver Tabla 14), se determinó que la mayoría de las GI omiten los factores relacionados con la situación de la estructura organizacional (e.g., definición de roles y responsabilidad, flexibilidad de la estructura organizacional, los recursos humanos para SPI, libertad de participación de los empleados, etc.) y con la situación de los mecanismos organizacionales (e.g., los mecanismos de comunicación, educación y capacitación, de rotación de personal, de motivación y recompensas, de estimulación a cambio organizacional y de involucramiento de los empleados en la iniciativa de SPI). Los factores más considerados por las GI son la definición de los procesos administrativos (33%) y el de mecanismos de involucramiento en el proyecto de SPI (33%). La GI que considera más factores es la guía IDEAL (58%), y las GI que consideran menos factores son TAPISTRY (0%) e IMPACT (0%).

Tabla 13. Factores internos que consideran las GI – cultura y clima organizacional.

#	Factor de SPI	Guía de SPI									%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Cultura organizacional	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	11%
2	Apertura de la organización a la innovación y el cambio	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	11%
3	Experiencia de la org. en cambios organizacionales	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	11%
4	Clima organizacional para SPI	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	11%
5	Confianza entre la gerencia y los empleados	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	11%
6	Integración y colaboración de los empleados	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	11%
7	Satisfacción laboral	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
8	Motivación y compromiso organizacional	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
9	Seguridad laboral	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
10	Colaboración con los beneficios de la organización	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
Total		4	0	0	0	0	0	2	0	0	
%		40	0	0	0	0	0	20	0	0	

1-IDEAL, 2-TAPISTRY, 3-IMPACT, 4-MESOPYME, 5-PRISMS, 6-OWPL, 7-ASPE-MSA, 8-IFLAP, 9-PmCOMPETISOFT

Tabla 14. Factores internos que consideran las GI – estructura organizacional.

#	Factor de SPI	Guía de SPI									%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Definición de roles y responsabilidades	✓	-	-	-	-	-	-	✓	-	22%
2	Flexibilidad de la estructura organizacional	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	11%
3	Recursos humanos para SPI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
4	Definición de los procesos administrativos	✓	-	-	-	-	-	✓	✓	-	33%
5	Medición del trabajo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
6	Libertad de participación de los empleados	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
7	Mecanismos de comunicación organizacional	✓	-	-	-	-	✓	-	-	-	22%
8	Mecanismos de estimulación al cambio organizacional	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	11%
9	Mecanismos de educación y capacitación	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓	22%
10	Mecanismos de motivación y recompensa	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	11%
11	Mecanismos de rotación de personal	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	11%
12	Mecanismos de involucramiento en el proyecto de SPI	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	-	33%
Total		7	0	0	1	1	1	2	2	1	
%		58	0	0	8	8	8	16	16	8	

1-IDEAL, 2-TAPISTRY, 3-IMPACT, 4-MESOPYME, 5-PRISMS, 6-OWPL, 7-ASPE-MSC, 8-IFLAP, 9-PmCOMPETISOFT

Factores del proceso de desarrollo. A partir del análisis (ver la Tabla 15) se determinó que la mayoría de las GI omiten los factores relacionados con el estado de los procesos (e.g., administración de los proyectos y administración de la calidad, y alineación de los procesos con los objetivos y características de la organización y de los proyectos), con los mecanismos para retroalimentar la iniciativa de SPI (e.g., análisis post-mortem de los proyectos, administración del conocimiento, y tecnologías y herramientas de soporte), con la integración y colaboración del equipo de desarrollo, y con la administración de los riesgos en los proyectos de desarrollo. Los factores más considerados por las GI son definición de los procesos actuales (66%) y métricas de los procesos (66%). La GI que considera más factores del proceso de desarrollo es la guía IMPACT (58%) y la que considera menos factores es TAPISTRY (0%).

Factores de los gerentes. A partir del análisis (ver Tabla 16) se determinó que la mayoría de las GI omiten los factores relacionados con los conocimientos y las habilidades de los gerentes (e.g., conocimientos en procesos de desarrollo y en SPI, liderazgo, sensibilidad al cambio y liderazgo de la iniciativa de SPI) y con las reacciones de los gerentes con respecto a la iniciativa de SPI (e.g., patrocinio, motivación y compromiso y participación). Los

factores más considerados por las GI son el patrocinio de la gerencia (55%), la motivación y el compromiso con la iniciativa de SPI (55%), y la participación de la gerencia en la iniciativa de SPI (55%). Las GI que consideran más factores son IDEAL (77%) e IFLAP (55%), y las GI que consideran menos factores son TAPISTRY (0%) y OWPL (0%).

Tabla 15. Factores internos que consideran las GI – proceso de desarrollo.

#	Factor de SPI	Guías de SPI									%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Definición de los procesos de desarrollo actuales	✓	-	✓	-	✓	-	✓	✓	✓	66%
2	Alineación de los procesos con los objetivos de la org.	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	11%
3	Adaptación de los procesos a las características de la org.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
4	Adaptación de los procesos a los proyectos	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	11%
5	Administración de los proyectos	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-	22%
6	Análisis post-mortem de los proyectos	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	11%
7	Administración de la calidad	✓	-	✓	✓	-	✓	-	-	-	44%
8	Métricas de procesos y proyectos	✓	-	✓	✓	✓	-	✓	-	✓	66%
9	Integración y colaboración en el equipo de desarrollo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
10	Tecnologías y herramientas de soporte para el desarrollo	✓	-	✓	✓	-	-	✓	-	-	44%
11	Administración del conocimiento de los proyectos	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	22%
12	Administración de los riesgos en los proyectos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
Total		6	0	7	3	2	2	4	1	2	
%		50	0	58	25	17	17	33	8	17	
1-IDEAL, 2-TAPISTRY, 3-IMPACT, 4-MESOPYME, 5-PRISMS, 6-OWPL, 7-ASPE-MSC, 8-IFLAP, 9-PmCOMPETISOFT											

Tabla 16. Factores internos que consideran las GI – factores de los gerentes.

#	Factor de SPI	Guía de SPI									%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Liderazgo de la gerencia	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	11%
2	Conocimientos de los procesos de desarrollo	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	-	33%
3	Conocimientos de SPI que tiene la gerencia	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	11%
4	Sensibilización al cambio organizacional	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
5	Habilidades de la gerencia para crear la visión de SPI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
6	Realismo de las expectativas de la gerencia de la iniciativa	✓	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	44%
7	Patrocinio de la gerencia hacia la iniciativa de SPI	✓	-	-	✓	-	-	✓	✓	✓	55%
8	Motivación y compromiso con la iniciativa de SPI	✓	-	-	✓	-	-	✓	✓	✓	55%
9	Participación de la gerencia en la iniciativa de SPI	✓	-	-	-	✓	-	✓	✓	✓	55%
Total		7	0	1	2	1	0	4	5	4	
%		77	0	11	22	11	0	44	55	44	
1-IDEAL, 2-TAPISTRY, 3-IMPACT, 4-MESOPYME, 5-PRISMS, 6-OWPL, 7-ASPE-MSC, 8-IFLAP, 9-PmCOMPETISOFT											

Factores de los miembros de la organización. A partir del análisis (ver la Tabla 17), se determinó que la mayoría de las GI omiten los factores de los miembros de la organización

relacionados con la sensibilidad al cambio organizacional (e.g., la sensibilidad y adaptación al cambio organizacional y la disposición a la superación personal y técnica), con los conocimientos de la organización y del proceso de desarrollo (e.g., sus objetivos, sus fortalezas y las debilidades), y con las habilidades y los conocimiento para participar en la iniciativa de SPI (e.g., los conocimientos SPI y en el PRM que se implantará).

Tabla 17. Factores internos que consideran las GI – factores de los miembros de la organización.

#	Factor de SPI	Guías de SPI									%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Sensibilización y adaptación al cambio organizacional	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	11%
2	Disposición a la superación personal y técnica	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	11%
3	Conocimientos de los objetivos del negocio	-	✓	-	-	-	-	-	✓	-	22%
4	Conocimiento de las fortalezas y debilidades de la org.	✓	✓	✓	-	-	-	-	✓	-	44%
5	Conocimiento y experiencia en los proyectos de software	✓	-	✓	-	✓	-	✓	✓	-	55%
6	Habilidades y conocimientos para participar en la iniciativa	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	✓	44%
7	Experiencia en proyectos de SPI	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	22%
8	Capacitación y conocimiento del PRM	✓	-	-	✓	-	-	-	-	✓	33%
9	Tiempo para actividades de SPI	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	11%
10	Conflictos con sus responsabilidades laborales y en SPI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
11	Comprensión de la iniciativa de SPI	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓	22%
12	Confianza en los consultores	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
13	Importancia asignada a las políticas de mejora	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
14	Seguridad y optimismo con la iniciativa de SPI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
15	Apoyo y aprobación hacia la iniciativa de SPI	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	11%
16	Motivación y compromiso con la iniciativa de SPI	✓	-	-	✓	-	-	✓	✓	✓	55%
17	Involucramiento y contribución con la iniciativa de SPI	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	-	33%
18	Beneficios del proyecto de SPI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
19	Afectación de la iniciativa de SPI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
Total		11	2	2	4	2	0	2	7	4	
%		58	11	11	21	11	0	11	37	21	
1-IDEAL, 2-TAPISTRY, 3-IMPACT, 4-MESOPYME, 5-PRISMS, 6-OWPL, 7-ASPE-MSC, 8-IFLAP, 9-PmCOMPETISOFT											

Además, la mayoría de las GI omiten los factores relacionados con la percepción de la iniciativa de SPI (e.g., la percepción de libertad de participación, la seguridad, la aprobación, la confianza en los consultores, y la importancia asignada a la iniciativa de SPI), con sus responsabilidades (e.g., los conflictos que generan las responsabilidades de SPI con las responsabilidades laborales), con su participación (e.g., tiempo para SPI, y el involucramiento y la contribución en la iniciativa), y con su influencia en los empleados (e.g. beneficios y afectación de la iniciativa de SPI). Los factores más considerados por las

GI son la motivación y el compromiso con la iniciativa de SPI (55%), y el conocimiento y la experiencia en los proyectos de software (55%). Las guías que consideran más factores son IDEAL (52%) e IFLAP (38%). La guía que considera menos factores es OWPL (0%).

Factores del equipo de SPI. A partir del análisis (ver la Tabla 18), se determinó que la mayoría de las GI omiten los factores relacionados con las competencias de los miembros del equipo de SPI (e.g., los conocimientos, las habilidades, y los comportamientos), con los mecanismos de la iniciativa de SPI (e.g., mecanismos de colaboración y comunicación), con el estado del equipo de SPI (e.g., la estructura e integración del equipo de SPI, eficiencia de la ayuda y la asesoría, la credibilidad del equipo de SPI, poder otorgado a los miembros del equipo y el perfil adecuado de los integrantes), y con el grado de facilidad para conseguir personas para el equipo de SPI. El único factor que consideran la mayoría de las GI es el de conocimientos y habilidades del líder de la iniciativa de SPI (55%). Las guías que consideran más factores son IDEAL (57%) e IFLAP (38%). Las guías que consideran menos factores son TAPISTRY (0%), IMPACT (0%), MESOPYME (0%), y PRISMS (0%).

Tabla 18. Factores internos que consideran las GI – factores equipo de SPI.

#	Factor de SPI	Guías de SPI									%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Conocimientos y habilidades del líder de la iniciativa de SPI	✓	-	-	-	-	✓	✓	✓	✓	55%
2	Conocimientos y habilidades de los miembros del equipo de SPI	✓	-	-	-	-	-	-	✓	✓	33%
3	Comportamientos de los miembros del equipo de SPI	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	11%
4	Perfil adecuado de los miembros del equipo de SPI	✓	-	-	-	-	-	✓	✓	-	33%
5	Mecanismos de colaboración y comunicación del equipo de SPI	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓	22%
6	Mecanismos de comunicación con los empleados	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	11%
7	Integración de los miembros del equipo de SPI	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	11%
8	Eficiencia de la ayuda y asesoramiento del equipo de SPI	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	11%
9	Credibilidad en el equipo de SPI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
10	Poder otorgado a los miembros del equipo de SPI	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	11%
11	Disponibilidad de personas para el equipo de SPI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
12	Motivación de pertenecer al equipo de SPI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
13	Estructura del equipo de SPI	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	11%
14	Credibilidad en el equipo de SPI	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	11%
Total		11	0	0	0	0	1	2	3	3	
%		78	0	0	0	0	7	14	21	21	
1-IDEAL, 2-TAPISTRY, 3-IMPACT, 4-MESOPYME, 5-PRISMS, 6-OWPL, 7-ASPE-MS, 8-IFLAP, 9-PmCOMPETISOFT											

Factores del proyecto de SPI. A partir del análisis (ver la Tabla 19) se determinó que la mayoría de las GI omiten los factores relacionados con la visión y las metas de la iniciativa de SPI, con los beneficios de la iniciativa (e.g., beneficios para la organización y para los empleados y ventaja relativa de los nuevos procesos), con la adaptación y la integración de la iniciativa de SPI (e.g., con las características de la organización, de los proyectos y de procesos actuales), con los recursos (e.g., la suficiencia del presupuesto asignado y la optimización de los recursos), con los mecanismos de apoyo (e.g., la administración del conocimiento de SPI, y gestión de los riesgos, pruebas pilotos y la metodología de SPI). Además, la mayoría de las GI omiten los factores relacionados con el cambio organizacional (e.g., consideración de la cultura y los sistemas actuales, consideración de los cambios organizacionales requeridos, la administración del cambio organizacional, el poder otorgado a los empleados para cambiar los procesos, la masa crítica apoyando el proyecto de SPI, y los mecanismos de manejo de resistencia al cambio), y con la consideración de los cambios personales requeridos. Los factores más incluidos en las GI son: la claridad y realismo de las necesidades de mejora (100%), la alineación con las metas del negocio (88%), y obtención de resultados a corto plazo (88%). Las guías que consideran más factores del proyecto de SPI son: IDEAL (57%), IFLAP (55%), PmCOMPETISOFT (53%), y ASPE-MSA (53%). Las guías que consideran menos factores del proyecto de SPI son: OWPL (15%), PRISMS (22%).

3.5.3 Discusión de las limitaciones de las GI

La mayoría de las GI tienen serias limitación en considerar los factores que limitan la continuidad y sustentabilidad de la iniciativa de SPI. En general, las limitaciones de las GI se pueden resumir en los siguientes aspectos:

- **Suponen que las iniciativas de SPI son inmunes al entorno.** Las GI ignoran que a las iniciativas de SPI las pueden afectar los factores del entorno de la organización. Además, ignoran que las características del PRM o de los consultores pueden afectar las iniciativas de SPI.

Tabla 19. Factores internos que consideran las GI – factores del proyecto de SPI.

#	Factor de SPI	Guías de SPI									%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Visión, objetivos, y metas de la iniciativa de SPI	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓	22%
2	Enfoque hacia la estandarización del trabajo	-	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	77%
3	Enfoque hacia la mejora incremental y continua	✓	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	77%
4	Beneficios que ofrece la iniciativa a el negocio	✓	-	-	-	-	-	-	✓	-	22%
5	Beneficios que ofrece la iniciativa a los empleados	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	11%
6	Visibilidad de los beneficios de la iniciativa de SPI	✓	-	✓	✓	-	-	-	✓	✓	55%
7	Obtención de resultados a corto plazo	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	88%
8	Adaptación a las características de la organización	-	-	✓	✓	-	✓	-	✓	-	44%
9	Alineación con las metas del negocio	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	88%
10	Alineación con las actividades cotidianas	-	-	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	55%
11	Integración del proyecto de SPI con otras propuestas	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	11%
12	Estimación de los costos y recursos necesarios	✓	✓	-	-	-	-	✓	✓	✓	55%
13	Estimación del tiempo necesario	✓	✓	-	-	-	-	✓	✓	✓	55%
14	Suficiencia del presupuesto asignado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
15	Optimización de los recursos	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	11%
16	Masa crítica apoyando el proyecto de SPI	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-	22%
17	Definición de roles y responsabilidades de SPI	✓	-	-	✓	✓	-	✓	-	✓	55%
18	Planeación de la iniciativa de SPI	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	77%
19	Monitoreo y control de la iniciativa de SPI	✓	-	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	66%
21	Claridad y realismo de las necesidades de mejora	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	100%
22	Priorización de las áreas de mejora	✓	✓	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	77%
23	Utilización de pruebas pilotos de los procesos	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	✓	44%
24	Métricas del proyecto de SPI	✓	-	✓	✓	✓	-	✓	-	✓	66%
25	Ventaja relativa de los nuevos procesos	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	✓	44%
26	Tecnologías y herramientas de soporte	-	✓	✓	✓	✓	-	✓	-	✓	66%
27	Administración del conocimiento de SPI	✓	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	44%
28	Mecanismos de realimentación	✓	-	✓	-	✓	-	✓	✓	✓	66%
29	Gestión de los riesgos de la iniciativa de SPI	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	11%
30	Facilidad y eficiencia de la metodología de SPI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
31	Poder otorgado a los empleados para cambiar los procesos	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	11%
32	Administración del cambio organizacional	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
33	Consideración de la cultura y los sistemas actuales	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	11%
34	Consideración de los cambios organizacionales requeridos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
35	Consideración de los cambios personales requeridos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
36	Mecanismos de manejo de la resistencia al cambio	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	11%
Total		20	9	12	16	8	6	20	20	20	
%		58	27	29	43	22	15	53	55	53	
1-IDEAL, 2-TAPISTRY, 3-IMPACT, 4-MESOPYME, 5-PRISMS, 6-OWPL, 7-ASPE-MS, 8-IFLAP, 9-PmCOMPETISOFT											

- **Suponen que las organizaciones tienen un estado organizacional estable y propicio para SPI.** Las GI suponen que las políticas, la estrategia, la cultura, la estructura, y el clima organizacional se encuentran en un estado estable y propicio para realizar una iniciativa de SPI.

- **Suponen que las iniciativas de SPI sólo impactan en los procesos.** La GI suponen que la iniciativa de SPI solamente es acerca de cambiar los procesos y tratan inadecuadamente los cambios en los otros elementos de la organización (e.g., en la cultura, la estructura, las políticas, y los empleados).
- **Suponen que los empleados están dispuestos y capacitados para la iniciativa de SPI.** Las GI suponen que los gerentes, los empleados, y los miembros del equipo de SPI están dispuestos, capacitados, y tienen las competencias personales, sociales y técnicas necesarias para participar en una iniciativa de SPI.
- **Suponen la plasticidad de las personas.** Las GI suponen que las personas son flexibles y fácilmente maleables y que se les puede cambiar fácilmente sus emociones, sentimientos, su cultura, sus percepciones, sus comportamientos y sus competencias.

3.6 Resumen y discusión

En este capítulo se analizaron nueve de las principales GI para las MIPYME y se presentó un análisis comparativo de las principales características de las GI. Para caracterizar las GI se propuso un marco de trabajo que considera 23 propiedades. Posteriormente, se presentó un análisis que identifica las deficiencias de las GI para considerar los factores que influyen en la continuidad y sustentabilidad de la iniciativa de SPI. Este análisis se basa en los 132 factores que se identificaron previamente en esta investigación (ver Capítulo 2). Finalmente, se discutieron las principales limitaciones de las GI.

3.6.1 Limitaciones del análisis

El presente análisis tiene las siguientes limitaciones. La profundidad del análisis dependió de la cantidad de información disponible de las GI. Para algunas GI había información detallada (e.g., IDEAL y PmCOMPETISOFT), mientras que para otras sólo había artículos de investigación con información resumida. Por lo tanto, es posible que las GI puedan considerar algunos factores que no se especificaron en el análisis.

3.6.2 Implicaciones en las investigaciones de SPI en las MIPYME

El análisis presentado en este capítulo sugiere que las GI tienen serias limitaciones para considerar los factores que influyen en la continuidad y sustentabilidad de la iniciativa de SPI. El análisis muestra que la mayoría de las GI suponen que las iniciativas de SPI están aisladas del entorno, suponen que la organización tiene un estado estable y propicio para SPI, suponen que las iniciativas de SPI sólo impactan en los procesos, suponen que los empleados están dispuestos y capacitados para la iniciativa de SPI, y suponen que es fácil cambiar a los empleados. Estos resultados tienen varias implicaciones en la investigación de SPI en las MIPYME. Por ejemplo, es necesario analizar la implantación de los PRM en las MIPYME desde un enfoque holístico (i.e., considerando la cultura, la estructura, las políticas, el clima organizacional y los empleados) e identificar los retos que se necesitan resolver desde este enfoque. Además, es necesario desarrollar algunas herramientas que ayuden a solucionar las limitaciones de las GI (e.g., herramientas para medir la estabilidad y soporte de la organización para realizar una iniciativa de SPI).

3.6.3 Implicaciones en las prácticas de SPI en las MIPYME

Existen algunas implicaciones para las prácticas de SPI en las MIPYME. La caracterización de las GI puede ayudar a los profesionales de SPI a entender las similitudes y diferencias de las GI, y a elegir la GI más adecuada a su organización y a su proyecto de SPI. Además, los consultores, los gerentes y los líderes de SPI pueden utilizar el análisis de las GI para diseñar estrategias proactivas para solucionar las limitaciones de la GI que están utilizando.

En el capítulo siguiente se propone un nuevo enfoque de SPI, llamado proceso de adopción. Este enfoque plantea cambiar el enfoque funcionalista de las GI hacia un enfoque administrado, holístico y humanístico. La idea de este enfoque es realizar holísticamente las iniciativas de SPI en las MIPYME y considerar los cambios en todos los elementos de la organización, los factores de SPI, y las necesidades, las percepciones y los sentimientos de las personas involucradas.

Capítulo 4

El proceso de adopción de un PRM

Este capítulo introduce el concepto de *proceso de adopción de un PRM*. Primero se analizan las iniciativas de SPI desde una perspectiva de cambio organizacional. Posteriormente, se discuten las limitaciones de la estrategia tradicional de cambio organizacional utilizada en las iniciativas de SPI. Finalmente, se introduce el concepto de proceso de adopción de un PRM y se presentan los retos que surgen con este nuevo enfoque.

4.1 Perspectivas de cambio en las iniciativas de SPI

En las últimas décadas, las iniciativas de SPI se han convertido en la estrategia principal para mejorar la calidad del software, para aumentar la satisfacción de los clientes y de los empleados, y para mejorar la administración de los proyectos (Mathiassen et al., 2005). Durante una iniciativa de SPI, la responsabilidad de cambiar y entender las prácticas de desarrollo de software recae sobre una persona que desempeña el rol de líder de SPI (también llamado “agente de cambio” o “consultor de SPI”). La manera en que un agente de cambio realiza una iniciativa de SPI se basa en las actividades y especificaciones que define la guía de implantación que está utilizando (consultar el Capítulo 3 para ver más detalles de las guías de implantación para las MIPYME), y en las suposiciones tanto implícitas como explícitas del funcionamiento de la organización y de los procesos de desarrollo de software.

De acuerdo con Kautz et al. (2001), las perspectivas de las iniciativas de SPI se fundamentan en cuatro paradigmas distintos que se pueden expresar a través de cuatro metáforas del trabajo de los agentes de cambio. Estas metáforas describen a los agentes de cambio como: expertos técnicos (funcionalista), participantes facilitadores (interpretativo), agentes políticos (estructuralismo radical), y terapeutas individuales (humanismo radical). A continuación se describen las metáforas y el paradigma que utilizan.

- *Expertos técnicos.* Cuando los agentes de cambio actúan como expertos técnicos, ellos operan en un paradigma funcionalista. En este paradigma, los agentes de cambio creen que con la ayuda de una evaluación formal de los procesos (e.g., la evaluación de madurez de los procesos) pueden comprender completamente las áreas problemáticas, que con acciones racionales y estructuradas pueden implementar rápidamente y eficientemente los PRM, y que al introducir los modelos y estándares de procesos pueden controlar completamente a la organización. Por otra parte, los agentes de cambio consideran que tienen el “único” conocimiento de cómo los procesos se deben realizar y que su conocimiento se tienen que transferir a la organización. El único objetivo de este paradigma es el de maximizar los beneficios de la organización. Las desventajas de este paradigma son que no toma en cuenta lo que los empleados consideran como problemas reales y prioritarios, y que el método de evaluación que emplea sólo proporciona una visión limitada de la situación.
- *Facilitador de la participación.* Cuando los agentes de cambio actúan como facilitadores de la participación, ellos operan en un paradigma interpretativo. En este paradigma los agentes de cambio aceptan que no existe una solución completa para todas las organizaciones, que por sí solos no pueden determinar los problemas y las soluciones, y que es necesario considerar aspectos no técnicos (e.g. la cultura). En este paradigma, los agentes de cambio observan los procesos sociales para aprender más acerca de las opiniones subjetivas de los participantes y de cómo éstas se construyen. El objetivo de este paradigma es lograr, a través del involucramiento y de la participación, que los empleados descubran por sí solos las mejoras y las soluciones más relevantes para ellos, y crear un acuerdo común de cómo resolverlos. Una de las desventajas de este paradigma es que es muy probable que las áreas de mejora no se reconozcan como están descritas en los PRM debido a que su identificación se basa solamente en discusiones y en percepciones subjetivas.
- *Agentes políticos.* Cuando los agentes de cambio actúan como agentes políticos, ellos operan en un paradigma estructuralista radical. En este paradigma los agentes

de cambio se enfocan en reconocer los conflictos estructurales entre los diferentes grupos y personas de la organización (e.g., entre gerentes y líderes de proyectos, o entre líderes de proyecto y los desarrolladores) y en tratar de resolverlos tomando activamente partida con un grupo. En este paradigma, los agentes de cambio usan dialécticas (i.e., la definición, análisis y debate de la tesis y antítesis) para clarificar la situación bajo investigación y para persuadir y convencer la parte opositora. Por otra parte, los agentes de cambio reconocen que es imposible predecir el desarrollo organizacional debido a que la tensión dialéctica cambia continuamente. Por lo tanto, ellos intentan aprovechar la incertidumbre para probar soluciones alternativas en lugar de diseñar los procesos con precisión. Las desventajas de este paradigma son la dificultad para gestionar todas las contradicciones en todos los niveles de una organización, la dificultad para crear un plan de mejora a largo plazo, la dificultad para predecir los efectos de las actividades, y la impopularidad que obtienen los líderes del cambio.

- *Terapeuta individual.* Cuando los agentes de cambio actúan como terapeutas individuales, ellos operan en un paradigma humanista radical. En este paradigma, la comprensión de los empleados es el punto de inicio de cualquier mejora en la organización. En este sentido, los líderes del cambio aprenden acerca de las fortalezas, de las debilidades, de los antecedentes, de los conocimientos de los empleados, y de las barreras y conflictos que los frenan en la mejora de los procesos. En este paradigma los líderes del cambio ayudan a los empleados a juzgar y reflexionar acerca de su situación actual y de cómo pueden cambiar los procesos. Este paradigma se fundamenta en la emancipación, el involucramiento, la motivación y la innovación de los empleados. Una de las desventajas de este paradigma es que requiere habilidades y conocimientos avanzados en psicología porque frecuentemente las limitaciones de las personas no se relacionan con su trabajo, que demanda muchos recursos y tiempo, y que en organizaciones grandes es difícil incluir en el análisis a todos los empleados.

4.2 Cambio organizacional en las iniciativas de SPI en las MIPYME

Tradicionalmente, las iniciativas de SPI en las MIPYME se han realizado desde el paradigma funcionalista (expertos técnicos) donde los líderes de SPI se enfocan en elegir un PRM, en realizar una evaluación formal de los procesos, y en utilizar una estrategia mecanizada para rediseñar los procesos de la organización y para cumplir con las especificaciones del PRM elegido (Kautz et al., 2001; Moitra, 2005). El uso tradicional de este paradigma se debe principalmente a los siguientes aspectos:

- La carencia de conocimientos y experiencia que tienen los líderes de SPI sobre cambios organizacionales. Generalmente, no se espera que los líderes de SPI traten con conflictos estructurales y personales, que mantengan contacto con los actores de SPI, y que traten aspectos humanos (Kautz et al., 2001).
- La literatura de SPI desconoce que los otros paradigmas son un aspecto clave para el éxito de este tipo de iniciativas. Normalmente se publican reportes de casos de estudio exitosos que detallan mejoras dramáticas de procesos; sin embargo, existe poca información de la transformación que experimentan las organizaciones y las personas durante una iniciativa de SPI.
- Las guías de implantación proponen realizar las iniciativas de SPI desde este enfoque. En esta investigación se identificó que la mayoría de las guías de implantación para las MIPYME (i.e., TAPISTRY, IMPACT, PRIMS, OWPL, MESOPYME, ASPE-MSD, IFLAP, y PmCOMPETISOFT) proponen realizar iniciativas de SPI funcionalistas, las cuales tienen deficiencias para incluir los aspectos humanos y organizacionales de las iniciativas de SPI (consultar el Capítulo 3 para ver el análisis de las guías de implantación para las MIPYME).

Evidentemente, el paradigma funcionalista puede ayudar a mejorar los procesos a corto plazo debido a que se enfoca principalmente en este elemento; sin embargo, omite los cambios en los otros elementos de la organización. Como se identificó previamente en esta investigación (ver el Capítulo 2), las iniciativas de SPI son actividades complejas que además de influir en los procesos requieren cambios en la estructura, en las políticas, en las

estrategias, en la cultura, en el clima organizacional, y en los empleados (ver Figura 10). A continuación se describen brevemente los cambios generados o requeridos por la iniciativa de SPI en estos elementos organizacionales.

- **Cambios en los procesos.** Las organizaciones deben cambiar consistentemente la definición de los procesos, las prácticas base, y las tecnologías que dan soporte a los procesos por aquellas que se especifican y apoyan al PRM que se implantará.
- **Cambios en la estructura.** Los procesos organizacionales existen dentro de la estructura organizacional que define la coordinación, la autoridad y los grupos de trabajo (i.e., los departamentos, las reglas, los manuales, los mecanismos de comunicación, de estimulación, de educación, de motivación, etc.). Mientras las organizaciones aumentan la madurez de sus procesos, paralelamente requieren cambiar su estructura y sus mecanismos organizacionales para apoyar a la iniciativa de SPI y para asegurar la administración y el control de los procesos.
- **Cambios en la cultura y en el clima organizacional.** Las organizaciones deben cambiar y alinear al conjunto de experiencias, hábitos, costumbres, creencias, y valores organizacionales actuales por aquellos que apoyen a la iniciativa de SPI y a los nuevos procesos. Por ejemplo, crear una apertura a la innovación y al cambio, aumentar la tolerancia al riesgo, cambiar las historias organizacionales, etc. Además, es necesario alinear el clima organizacional con la iniciativa de SPI; por ejemplo, aumentar la satisfacción, la motivación y la seguridad laboral, la integración y colaboración de los empleados, etc.
- **Cambios en las políticas y en las estrategias.** Las políticas son lineamientos generales a observar en la toma de decisiones sobre algún problema que se repite una y otra vez dentro de una organización. Durante una iniciativa de SPI, las organizaciones deben de cambiar sus políticas y estrategias organizacionales para apoyar la implantación del PRM. Por ejemplo, aumentar el presupuesto y la prioridad asignada a la mejora de procesos, y cambiar las políticas de la calidad, de recursos humanos, y de comunicación.

- **Cambios en las personas.** Los empleados deben cambiar sus responsabilidades y actividades para apoyar los nuevos procesos y a la iniciativa de SPI, deben identificar las habilidades y conocimientos que requieren desarrollar, y deben capacitarse para los nuevos procesos. Normalmente los empleados tienen que realizar estos cambios mientras mantienen sus actividades y responsabilidades asignadas. Asimismo, las iniciativas de SPI tiene implicaciones considerables en las emociones, las percepciones y en los comportamientos de los empleados. De acuerdo con Mathiassen et al. (2005), una falla común en las iniciativas de SPI es que las organizaciones implícitamente suponen que las personas cambiarán una vez que los procesos y la estructura organizacional estén implantados; sin embargo, las organizaciones no pueden cambiar hasta que las personas cambien.

Además, estos cambios se interrelacionan y funcionan como un sistema dinámico, donde el cambio en un elemento resultará en un cambio compensatorio en otro elemento (ver Figura 10). Por ejemplo, los cambios en los procesos, generan cambios en la estructura, que a su vez, generan cambios en las personas.

La situación anterior hace evidente que el paradigma funcionalista tiene serias limitaciones para considerar la escala y complejidad de los cambios requeridos por las iniciativas de SPI y para satisfacer sus requerimientos y necesidades. Debido a lo anterior, es difícil realizar una iniciativa de SPI en forma continua y sustentable a largo plazo utilizando solamente este paradigma; y por lo tanto, es necesario cambiar el enfoque tradicional de las iniciativas de SPI. En este sentido, las organizaciones necesitan concebir a las iniciativas de SPI como un proyecto de cambio organizacional que integre y gestione los cinco tipos de cambio organizacional, y que utilice los cuatro paradigmas de SPI (i.e., el funcionalista, el estructuralismo radical, el humanismo radical, y el interpretativo). Además, es necesario considerar los aspectos humanos que influyen en las iniciativas de SPI (Aaen, 2003; Mathiassen et al., 2005; Müller, Mathiassen, y Balshøj, 2010; Qin, 2007; Stelzer y Mellis, 1999).

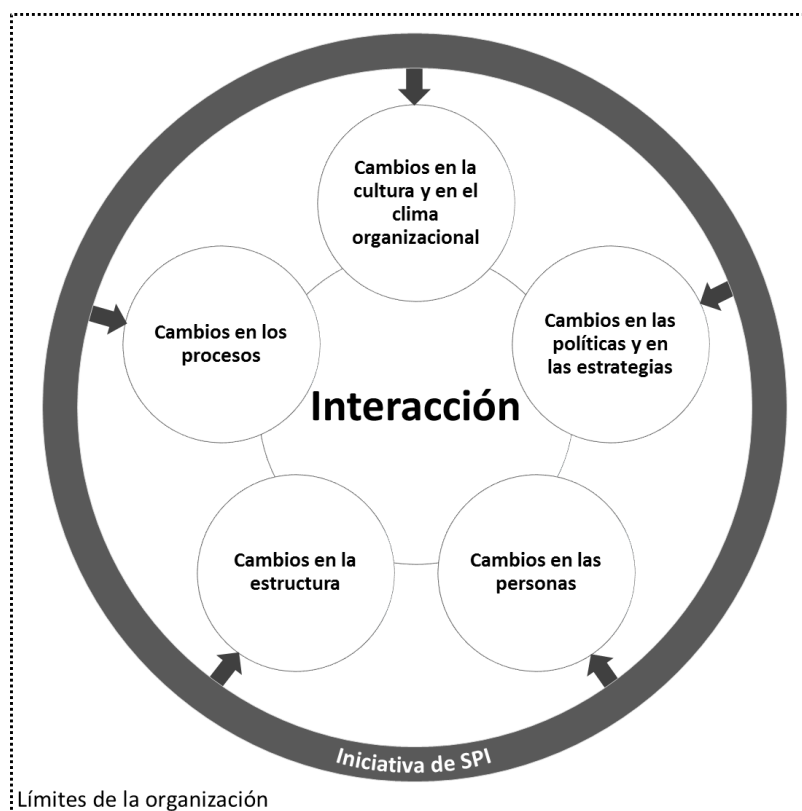


Figura 10. Modelo de los cambios organizacionales en las iniciativas de SPI.

La *gestión del cambio* se refiere a la aplicación de las ciencias del comportamiento a las distintas fases y actividades de un proceso de cambio. Desde esta perspectiva, las organizaciones se enfocan en lo que se tiene que cambiar, en el proceso requerido para los cambios, y en los recursos necesarios para cambiar (Harrington, Conner, y Horney, 1999). En este sentido, las organizaciones necesitan negociar cuidadosamente el contexto del cambio, entender los elementos involucrados en el cambio, considerar la motivación inicial, identificar a los empleados claves que conducirán la iniciativa, tener una estrategia de cambio bien definida, y realizar una cuidadosa elaboración y administración del cambio (Mathiassen et al., 2005; Moitra, 2005).

4.3 ¿Proceso de adopción de un PRM en las MIPYME?

En general, se puede resumir que mientras que los PRM y las guías de implantación para las MIPYME tradicionalmente sugieren realizar cambios desde un paradigma funcionalista,

las organizaciones requieren realizar un proceso de cambio holístico que incluya cambios en los procesos, en la cultura, en la estructura, en las políticas, y en los empleados. Por lo tanto, existe una brecha entre lo que necesitan las MIPYME para realizar una iniciativa de SPI y lo que se “sugiere” que realicen, o lo que están realizando. Para enfrentar este problema, en esta investigación se propone cambiar el paradigma de las iniciativas de SPI de un enfoque funcionalista hacia un enfoque de cambio holístico y humanístico, llamado *proceso de adopción*. Este nuevo paradigma surge de la intersección de la mejora de procesos de software, de la gestión del cambio organizacional, y de la gestión del cambio personal (ver Figura 11).

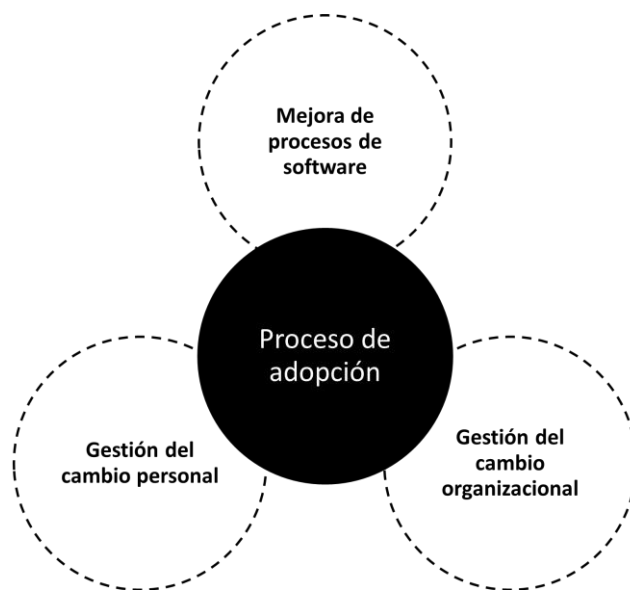


Figura 11. Proceso de adopción de un PRM.

Como se ilustra en la Figura 11, el proceso de adopción integra la gestión de los cambios organizacionales y personales requeridos en las iniciativas de SPI. En este sentido, el proceso de adopción enriquece a las iniciativas de SPI de tres maneras: ayuda a considerar los diferentes tipos de cambios organizacionales requeridos en una iniciativa de SPI y sus interrelaciones; considera las necesidades, las percepciones, y sentimientos de las personas involucradas; y considera los factores humanos que influyen en las iniciativas de SPI. En la presente tesis se define el *proceso de adopción de un PRM* como:

Un proceso de cambio organizacional administrado y humanístico que considera los cambios culturales, estructurales, políticos y humanos necesarios para mejorar los procesos de la organización de acuerdo con un modelo de referencia de procesos.

Si bien, un proceso de adopción podría ayudar a las MIPYME para que sus iniciativas de SPI sean más duraderas y sustentables; actualmente, no existen metodologías ni herramientas que soporten esta actividad y que se adapten a las características y limitaciones de las MIPYME (e.g., restricciones en recursos y pocos conocimientos en cambios organizacionales).

4.4 Retos para el proceso de adopción de un PRM en una MIPYME

Hacer realidad la visión del proceso de adopción implica abordar los siguientes retos. Para realizar un proceso de adopción, las organizaciones requieren considerar los cambios en todos los elementos de la organización. Como se identificó previamente, una iniciativa de SPI requiere integrar distintos cambios organizacionales en la cultura, la estructura, las políticas y los empleados, y debe considerar sus interrelaciones. Debido a lo anterior, es necesario definir qué actividades se deben realizar durante un proceso de adopción, cómo realizar un proceso de adopción, y cuáles factores se requieren considerar durante este proceso.

En el capítulo siguiente se propone un modelo de adopción de un PRM para las MIPYME. La idea de este modelo es ilustrar cómo realizar un proceso de adopción considerando los cambios en todos los elementos de la organización, considerando los factores de SPI, y considerando las necesidades, las percepciones y los sentimientos de las personas involucradas.

Capítulo 5

Modelo para guiar la adopción de un PRM en las MIPYME

Este capítulo introduce un modelo para guiar a las MIPYME a adoptar un PRM, llamado ADOPT-PRM. Primero se detallan las características de las MIPYME y las características que debe tener un modelo de adopción para este tipo de organizaciones. Posteriormente, se describe la metodología utilizada para elaborar el modelo propuesto. Luego, se introduce ADOPT-PRM y se describen sus principios, sus etapas y sus actividades. Posteriormente, se realiza un análisis del modelo con respecto a las principales teorías de cambio organizacional, de cambio personal, y de mejora de procesos de software. Finalmente, se describen algunos mecanismos de soporte que se requieren desarrollar para apoyar la adopción de los PRM en las MIPYME.

5.1 Introducción

En las últimas décadas, las iniciativas de SPI se han convertido en la estrategia principal para mejorar la calidad del software, para aumentar la satisfacción de los clientes y de los empleados, y para mejorar la administración de los proyectos (Mathiassen et al., 2005). Durante una iniciativa de SPI, las organizaciones emplean guías de implantación para diseñar un plan de mejora que les permita hacer la transición desde su estado actual hacia un estado deseado.

Varias guías de implantación han emergido en respuesta a la demanda de realizar iniciativas de SPI en las MIPYME (el Capítulo 3 analiza detalladamente las principales guías de implantación para las MIPYME); sin embargo, la mayoría de estas guías tienen un enfoque funcionalista, el cual tiene deficiencias para incluir y gestionar los cambios organizacionales a largo plazo requeridos por las iniciativas de SPI, y para considerar los aspectos organizacionales y humanos del cambio. Esta situación ha contribuido a la alta tasa de abandono de la iniciativa de SPI, que en los últimos años se ha estimado en un

rango del 70% al 80% (Ngwenyama y Nielsen, 2003; Software Engineering Institute, 2010).

Como se identificó previamente en esta investigación (ver Capítulos 2 y 4), las MIPYME requieren realizar un proceso de cambio organizacional holístico (i.e., en la cultura, en la estructura, en las políticas, y en los empleados) para adoptar un PRM. Un *proceso de cambio* es una serie de actividades destinadas a ayudar a la organización a adoptar exitosamente nuevas actitudes, nuevos procesos, y nuevas tecnologías, para que alcance sus objetivos y maximice su desempeño. Asimismo, durante este proceso de cambio, las MIPYME deben considerar los aspectos sociales y humanos del cambio. Las iniciativas de SPI dependen fuertemente de la percepción que tienen los empleados de dicho proceso y de las acciones que tomen en consecuencia. En este sentido, si las personas perciben que el cambio es inadecuado, muy probablemente no lo apoyarán, o en el peor de los casos, actuarán en contra de él.

La situación anterior hace evidente que las MIPYME necesitan estrategias de SPI que consideren los distintos tipos de cambio organizacional y los aspectos humanos y sociales del cambio, y que se adecuen a sus características y restricciones; sin embargo, existe poca información acerca de cómo realizar una iniciativa de SPI en las MIPYME que integre los cambios organizacionales y personales. Hasta donde el autor del presente documento conoce, no existe un modelo de SPI para las MIPYME que integre los distintos tipos de cambios organizacionales y que considere los aspectos humanos y sociales del cambio. En la praxis, un modelo de adopción podría ayudar a las MIPYME a realizar iniciativas de SPI continuas y sustentables a largo plazo. La problemática mencionada anteriormente motivó la elaboración de un modelo de adopción de un PRM para las MIPYME y originó las siguientes preguntas de investigación:

- *¿Qué características debe tener un modelo que apoye la adopción de un PRM en las MIPYME?*
- *¿Cómo se puede realizar un proceso de adopción de un PRM en las MIPYME?*

5.2 Las MIPYME de desarrollo de software y las iniciativas de SPI

Actualmente, las MIPYME (empresas con menos de 100 empleados⁵) desempeñan un papel importante en el mercado mundial de productos y servicios de software y son el tipo de empresa que más abunda en esta industria (Fayad et al., 2000; Pino et al., 2008; Wangenheim et al., 2006). Por ejemplo, en E.U.A, Brasil, Canadá, China, India, Finlandia, Irlanda y Hungría, las MIPYME representan el 85% de las empresas que desarrollan software (Fayad et al., 2000; Richardson y Gresse von Wangenheim, 2007).

En Latinoamérica se estima que el 75% de las organizaciones de desarrollo de software tienen menos de 50 empleados (Mayer y Bunge, 2004). En México se estima que el 92% de las empresas de desarrollo de software tiene menos de 100 empleados y que el 83% de las empresas tienen menos de 50 empleados (Secretaría de Economía, 2004).

Las MIPYME que realizan una iniciativa de SPI basada en un PRM mejoran sus procesos, sus proyectos y la calidad de sus productos, obtienen reconocimiento nacional o internacional, y acceden a nuevos mercados (Cater-Steel, 2001; Humphrey, 2007; Niazi et al., 2006a); sin embargo, varios estudios han reportado que estas iniciativas son complejas, largas, costosas, y que las características y condiciones particulares de las MIPYME limitan la continuidad de estas iniciativas (Beecham et al., 2003; Hyde y Wilson, 2004; Niazi et al., 2006a; Richardson, 2002).

Las MIPYME, además de un número reducido de empleados, tienen un conjunto de rasgos y condiciones particulares que las caracterizan (Demirörs y Demirörs, 1998; Habra et al., 2008; Horvat et al., 2000; Kelly y Culleton, 1999). La Tabla 20 describe las principales características de las MIPYME y las agrupa en las siguientes categorías: recursos, mercado, proyectos, planeación, gerencia, estructura, procesos, empleados y cultura. En general, se pueden observar que las MIPYME se caracterizan por tener serias restricciones y carencias que podrían dificultar la realización de una iniciativa de SPI.

⁵ De acuerdo con la Secretaría de Economía de México. El tamaño de las MIPYME puede variar entre países.

Tabla 20. Principales características de las MIPYME

Características	Descripción
	Por lo general, las MIPYME:
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tienen restricciones severas en recurso. ▪ Tienen un número reducido de empleados.
Mercado	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tienen un número reducido de clientes. ▪ Son muy vulnerables a las condiciones del mercado.
Proyectos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tiene un número reducido de proyectos. ▪ Tienen dificultad para realizar proyectos de desarrollo en paralelo.
Planeación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Carecen de una planeación estratégica. ▪ Trabajan en planeaciones a corto plazo.
Gerencia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tiene pocos niveles jerárquicos. ▪ Tienen una relación directa entre los gerentes y los empleados.
Estructura	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Carecen de definiciones formales de los roles y de responsabilidades. ▪ Carecen de definiciones formales de los mecanismos organizacionales. ▪ Tienen mecanismos de comunicación informales y directos.
Procesos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tienen problemas en los procesos administrativos. ▪ Carecen de definiciones formales de los procesos de desarrollo de software. ▪ No recolectan información para medir sus procesos o su desempeño.
Empleados	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Los empleados están sobrecargados de trabajo. ▪ Dependen fuertemente de algunos empleados talentosos. ▪ Los empleados carecen de conocimientos en calidad del software. ▪ Los empleados carecen de conocimientos y entrenamiento en SPI.
Cultura	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se caracteriza por ser creativa, dinámica e innovadora. ▪ No tienen una cultura de procesos.

5.3 Requerimientos de las MIPYME para un modelo de adopción

A partir de las características de las MIPYME mencionadas en la sección anterior, se identificó un conjunto de requisitos deseables para un modelo de adopción de un PRM. Además, debe considerar las características del proceso de adopción. A continuación se describen los requisitos identificados:

- Debe generar resultados con poca inversión, a corto plazo y con mucha visibilidad.
- Debe adaptarse continuamente al entorno de la organización y debe tener un patrocinio visible y continuo.
- Debe aprovechar las habilidades de los empleados e involucrar a la mayoría de ellos que se verán afectados por la iniciativa de SPI.
- Debe realizar ciclos de mejora con planeación a corto plazo, y que incluyan actividades pequeñas, fáciles y con poco riesgo.

- Debe ofrecer beneficios para los empleados y debe considerar su capacitación.
- Debe enfocarse en la mejora y no en la certificación.
- Debe considerar un cambio organizacional holístico, debe considerar los aspectos humanos y sociales del cambio.

5.4 Metodología

Para elaborar el modelo para apoyar a las MIPYME de adopción de los PRM, se realizó un proceso iterativo e incremental que integró la información de los casos de estudio realizados en tres MIPYME (ver Capítulo 2), los factores que influyen en las iniciativas de SPI en las MIPYME y sus interrelaciones (ver Capítulo 2), el análisis de las características y de las limitaciones de las principales guías de implantación para las MIPYME (ver Capítulo 3), y las características deseables de un modelo de adopción (ver Sección 5.3). A partir de este proceso, se definieron los principios, las etapas y las actividades del modelo. El producto final de este proceso, es el modelo ADOPT-PRM.

5.5 Modelo para las MIPYME de adopción de los PRM (ADOPT-PRM)

En esta sección se introduce el modelo ADOPT-PRM. Primero se describen sus principios y se presenta una descripción general del modelo. Posteriormente, se detallan sus etapas y actividades.

5.5.1 Principios de ADOPT-PRM

El modelo ADOPT-PRM define un conjunto de principios que combinan los aspectos humanos, sociales y organizacionales de las MIPYME, los requisitos deseables de un modelo de adopción (ver Sección 5.3), y los principios de las metodologías de desarrollo de software austero (lean software development) (Poppendieck y Cusumano, 2012) y desarrollo de software ágil (agile software development). Los principios del modelo ADOPT-PRM son los siguientes:

- *Mejorar en un entorno propicio.* Es necesario que la organización alcance una situación estable y propicia antes de iniciar una iniciativa de SPI (e.g., estabilidad

organizacional, suficientes recursos económicos, un clima organizacional propicio, etc.). Si una organización inicia una iniciativa de SPI con problemas organizacionales, muy probablemente estos problemas limitarán la iniciativa de SPI.

- *Todos ganan.* Es necesario que durante la iniciativa de SPI se establezcan escenarios donde se logren los objetivos de la iniciativa de SPI y de la organización, pero a su vez ofrezca beneficios para los empleados.
- *Los empleados son el motor de la iniciativa de SPI.* Los empleados deben sentirse motivados, comprometidos, tener el deseo de participar y promover la iniciativa de SPI, y sentir una responsabilidad compartida para su logro.
- *Pequeñas mejoras.* Es necesario elaborar y priorizar metas pequeñas, limitadas y alcanzables que ofrezcan valor a la iniciativa de SPI y a la organización.
- *Mejorar constantemente.* Es necesario realizar una mejora incremental con entregas a corto plazo. Esta acción permite desarrollar el sentido de logro en los involucrados en la iniciativa de SPI.
- *Simplicidad en la mejora.* Es necesario planear actividades de SPI que sean fáciles de realizar. En este sentido, si una actividad de SPI es muy amplia o compleja, es necesario dividirla en tareas más pequeñas y manejables.
- *Eliminar lo innecesario.* Todas las actividades o productos que no añaden valor a la iniciativa de SPI o a la organización se consideran desperdicio (e.g., cuando se puede excluir una actividad o se pueden obtener resultados similares sin realizarla).
- *Corregir antes de continuar.* Cuando se realizan las actividades de SPI y se identifica que existen problemas y errores, es preferible corregir los problemas y los errores antes de iniciar otras actividades de SPI.
- *Reaccionar tan rápido como sea posible.* Los factores que afectan a la organización y a la iniciativa de SPI cambian constantemente en el tiempo y las necesidades de mejora son dinámicas. Por lo tanto, es necesario que la empresa evalúe constantemente el entorno y se adapte a él tan rápido como sea posible.

- *Ampliar el aprendizaje.* Es necesario realizar continuamente reuniones breves para obtener realimentación de las actividades de SPI, para determinar la fase actual de desarrollo, y para ajustar el esfuerzo.
- *Delegar y potenciar los equipos.* Para realizar la iniciativa de SPI es necesario aprovechar las habilidades y conocimientos de los empleados. En este sentido es necesario identificar y seleccionar a los empleados más adecuados para cada rol (e.g., el líder y los miembros del equipo de SPI). Durante esta actividad es necesario que a los empleados se les delegue la planeación y la ejecución de las actividades y de forma grupal o individual se le sugieran mejoras.

5.5.2 Descripción de ADOPT-PRM

ADOPT-PRM es un modelo incremental, iterativo y ágil que tiene el objetivo de guiar a las MIPYME a adoptar un PRM. Este modelo propone realizar un proceso de cambio holístico que integre los cambios en todos los elementos de la organización (i.e., en la cultura, en la estructura, en las políticas, y en los empleados), y que considere los aspectos humanos y sociales del cambio. Para realizar este proceso, el modelo propone realizar pequeños ciclos de mejora que reducen el tiempo, el tamaño y la complejidad de los cambios.

El modelo ADOPT-PRM se divide en siete etapas (ver Figura 12). Cada una de sus etapas tiene un objetivo específico, sugiere un conjunto de actividades, y sugiere una secuencia de cómo realizarlas. La estructura y el orden de las actividades se determinaron evaluando su ubicación más natural e intuitiva dentro de las etapas; sin embargo, las organizaciones pueden omitir, reordenar o adaptar las actividades considerando sus necesidades y condiciones. En este sentido, el modelo se enfoca en guiar la adopción del PRM y evita obligar a las organizaciones a realizar actividades que no le beneficien.

Para iniciar el modelo es necesario que exista una necesidad de mejora por parte de la organización. Al inicio, el modelo propone realizar las etapas *preparación* y *definición*. Estas etapas se enfocan en evaluar, preparar y fortalecer los elementos de la organización para alcanzar un ambiente estable y propicio para realizar una iniciativa de SPI.

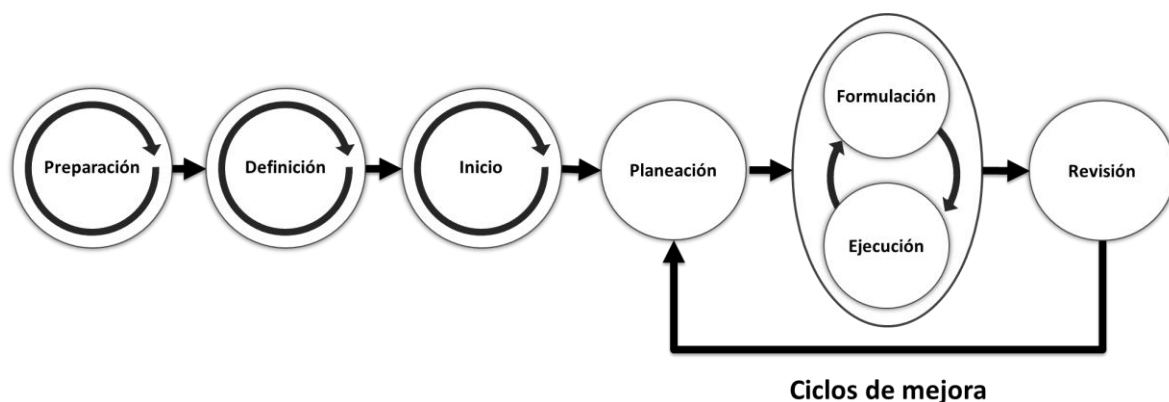


Figura 12. Modelo ADOPT-PRM

Una vez que la organización alcanza una situación estable y propicia, entonces puede continuar a la siguiente fase; sin embargo, las actividades de estas etapas se continúan realizando cíclicamente durante toda la iniciática de SPI para mantener dichas condiciones. Posteriormente, se propone realizar la etapa *inicio*. Esta etapa se enfoca en definir la visión de la iniciativa de SPI y en crear la estructura de soporte. Al igual que las dos etapas anteriores, esta etapa se realiza cíclicamente durante toda la iniciativa de SPI. El objetivo de realizar cíclicamente estas tres etapas es para adaptar rápidamente la iniciativa de SPI a los cambios internos y externos de la organización.

Posteriormente, se inicia una serie de ciclos de mejora. Cada ciclo tiene cuatro etapas: *planeación*, *formulación*, *ejecución* y *revisión*. Este ciclo se inspira en el ciclo de Deming: planear, hacer, revisar, actuar (en inglés plan, do, check, and act). La etapa *planeación* tiene el objetivo de evaluar los procesos de la organización y definir el plan general de mejora. Posteriormente, se realizan en forma cíclica las etapas *formulación* y *ejecución*. La etapa *formulación* tiene el objetivo de priorizar y planear las áreas de mejora definidas en el plan general de mejora, y la etapa *ejecución* tiene el objetivo de realizar las mejoras seleccionadas previamente. Finalmente, se realiza la etapa *revisión*. Esta última etapa tiene el objetivo de evaluar los resultados de las mejoras realizadas y de identificar las lecciones aprendidas. Durante los ciclos de mejora se considera un conjunto de factores humanos y sociales relacionados con el cambio organizacional y personal. Posteriormente, se realiza un nuevo ciclo de mejora que iniciará a partir de la fase *planeación*.

5.5.3 Etapas del modelo ADOPT-PRM

En esta sección se detallan las etapas del modelo ADOPT-PRM. Las actividades que definen las etapas se clasificaron con base en su origen y se les asignó un color (ver Figura 13). Esta clasificación facilita distinguir los distintos tipos de cambios requeridos por las iniciativas de SPI. Las actividades se clasificaron en las siguientes categorías: factores externos, políticas y estrategia organizacional, cultura y clima organizacional, estructura organizacional, estructura organizacional, procesos de desarrollo de software, gerentes, empleados, equipo de SPI, y proyecto de SPI. A continuación se describen las etapas del modelo ADOPT-PRM.

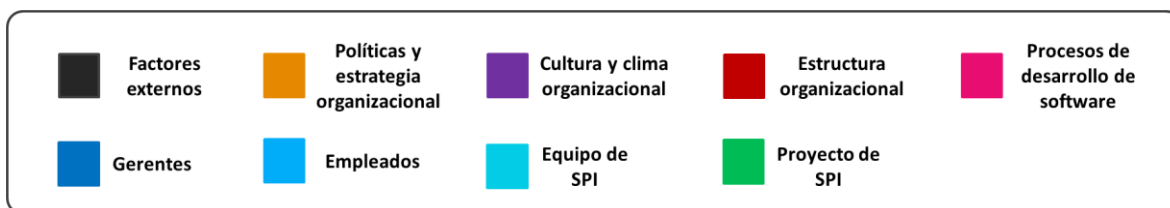


Figura 13. Clasificación de las actividades del modelo ADOPT-PRM

5.5.3.1 Preparación

Esta etapa tiene los objetivos de evaluar las condiciones externas e internas de la organización y de preparar a la organización para realizar una iniciativa de SPI (ver Figura 14). Para iniciar esta etapa debe existir una necesidad de mejora en la organización. En esta etapa se sugiere realizar las siguientes actividades:

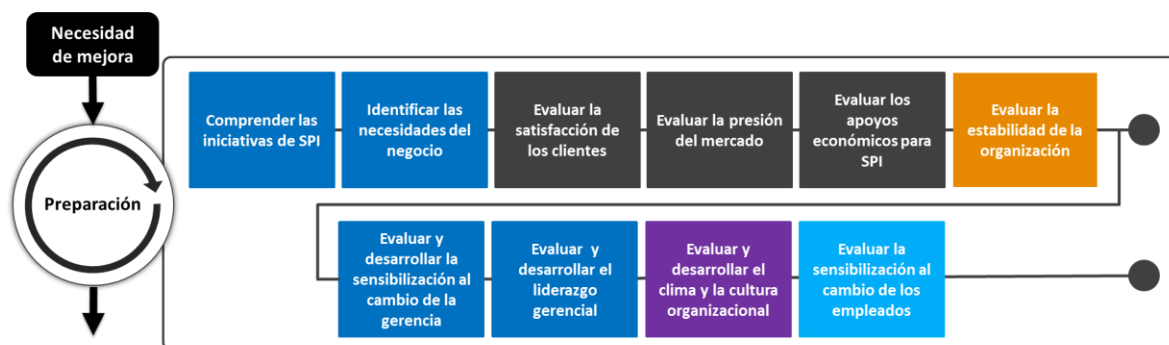


Figura 14. Etapa "preparación" del modelo ADOPT-PRM.

- *Comprender las iniciativas de SPI.* La gerencia comprende holísticamente la iniciativa de SPI y el impacto que ésta puede tener en la organización. Por ejemplo, comprender los cambios requeridos en la estrategia, en la cultura y en la estructura, los costos y los tiempos requeridos, el impacto en los empleados, los mecanismos requeridos, los riesgos que se presentan, los resultados potenciales, etc.
- *Identificar las necesidades del negocio.* De forma interna se define cuál es el objetivo de realizar una iniciativa de SPI en la organización (e.g., reducir los tiempos, los costos o defectos, mejorar el control de los proyectos, etc.).
- *Evaluar los aspectos externos.* Se identifican y se evalúan los aspectos externos que influyen en la realización de la iniciativa de SPI. Por ejemplo, puede evaluar la satisfacción de los clientes y la presión del mercado. Con esta información, la gerencia puede evaluar si la situación actual o futura de la organización justifica y motiva la realización de la iniciativa de SPI.
- *Evaluar los recursos para SPI.* Se evalúa la existencia y la disponibilidad de apoyos económicos externos para realizar la iniciativa (e.g., apoyos gubernamentales, subsidios, fondos sectoriales, etc.), y la cantidad de recursos internos que la organización puede destinar a esta actividad.
- *Evaluar la estabilidad de la organización.* Se identifican todos los factores que pueden limitar la estabilidad de la organización y, consecuentemente, limitar la iniciativa de SPI. Por ejemplo, determinar el nivel de peligro, a corto y largo plazo, que la organización tiene de desaparecer por aspectos sociales, políticos y financieros, evaluar el riesgo de perder los clientes actuales, etc.

A partir de las actividades anteriores, la gerencia deberá decidir la factibilidad de realizar la iniciativa de SPI (i.e., motivación, recursos, y estabilidad organizacional). Si no existen las condiciones adecuadas, la organización puede esperar a que mejoren sus condiciones. Por el contrario, si la organización tiene las condiciones adecuadas, el siguiente paso consiste en evaluar y desarrollar la estabilidad interna de la organización a través de las siguientes actividades:

- *Evaluar y desarrollar el liderazgo gerencial.* Se evalúan y se desarrollan las capacidades de la gerencia para influir, motivar, promover y estimular a los empleados. En este sentido, los gerentes desarrollan una visión clara de hacia dónde se dirige la organización y pasan de ser jefes a personas que se preocupan tanto del bien de la empresa como del bien particular de cada uno de los empleados. Con este cambio se logra que cada empleado trabaje y aporte lo mejor de sí a una meta común.
- *Evaluar y desarrollar la sensibilización al cambio de la gerencia.* La gerencia entiende que para mejorar la organización es necesario realizar cambios en todos sus elementos, que todos estos cambios están interrelacionados y son importantes, que para que la empresa mejore tienen que cambiar sus empleados, y que las mejoras se deben iniciar desde niveles gerenciales.
- *Evaluar y desarrollar la cultura y el clima organizacional.* Se evalúa y se desarrolla la confianza entre los empleados y la gerencia, la satisfacción y seguridad laboral, la motivación y el compromiso de los empleados con la organización, la integración y colaboración de los empleados, y el grado de colaboración de los empleados con la organización. De la misma forma, se evalúan y se desarrollan los valores, las creencias, los hábitos y los comportamientos actuales para favorecer una iniciativa de SPI (e.g., la apertura a la innovación y al cambio, las expectativas en cambios organizacionales, etc.).
- *Evaluar y desarrollar la sensibilización al cambio de los empleados.* Los empleados entienden los beneficios e implicaciones de los cambios que requiere realizar la organización. Además, identifican sus reacciones al cambio, evalúan su apertura al cambio, e identifican sus miedos al cambio.

La organización puede iniciar la siguiente fase (*definición*) cuando termina de realizar las actividades anteriores; sin embargo, las actividades de esta fase se continuarán realizando cíclicamente durante toda la iniciativa de SPI para responder adecuadamente a los cambios en la estabilidad externa e interna de la organización.

5.5.3.2 Definición

Esta etapa tiene los objetivos de definir los elementos organizacionales (i.e., las políticas, las estrategias, la estructura y los mecanismos), de evaluar si éstos son adecuados para realizar la iniciativa de SPI, y de fortalecerlos para apoyar una iniciativa de SPI (ver Figura 15). Para iniciar esta etapa, debe existir un ambiente interno y externo adecuado para realizar una iniciativa de SPI (ver la etapa anterior). En esta etapa se sugiere realizar las siguientes actividades:

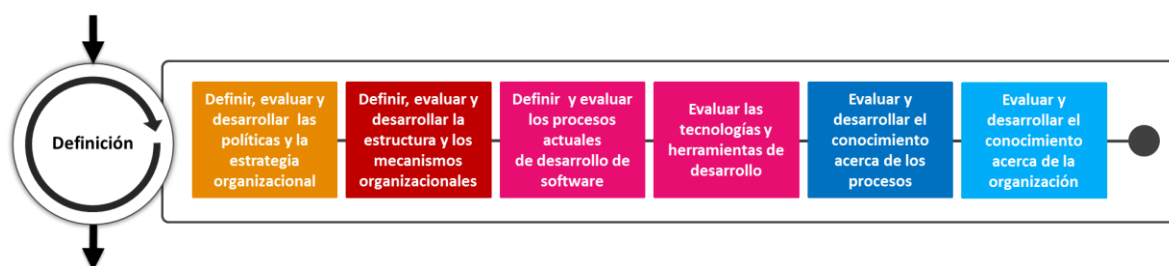


Figura 15. Etapa "definición" del modelo ADOPT-PRM.

- *Definir, evaluar y fortalecer las políticas y la estrategia organizacional.* Se definen las políticas organizacionales (e.g., de calidad, de desarrollo organizacional, de recursos humanos, de los procesos y proyectos, etc.) y se elabora el plan estratégico de la organización. Este plan define la estrategia que seguirá la organización a mediano plazo. Posteriormente, se analizan las políticas y la estrategia organizacional para evaluar el grado de apoyo y soporte a una futura iniciativa de SPI. Finalmente, se realizan ajustes y mejoras a las políticas y a la estrategia organizacional para apoyar a las iniciativas de SPI (e.g., incluir dentro del plan estratégico la iniciativa de SPI, definir las políticas de calidad, etc.).
- *Definir, evaluar y fortalecer la estructura y los mecanismos organizacionales.* Se definen los procesos administrativos, los roles de la organización, y los mecanismos organizacionales. Por ejemplo, los mecanismos de comunicación organizacional, de educación y capacitación, de motivación y recompensas, de rotación de personal, de medición del trabajo, etc. Posteriormente, se analiza y se evalúa el grado de apoyo

que tienen la estructura y los mecanismos organizacionales para realizar una iniciativa de SPI. Por ejemplo, se evalúa la flexibilidad de la estructura organizacional, la facilidad para asignar recursos humanos a la iniciativa de SPI, y la libertad de participación en la iniciativa de SPI. Finalmente, se definen los mecanismos para estimular al cambio organizacional y para involucrar a los empleados en un proyecto de SPI.

- *Definir y evaluar los procesos de desarrollo de software.* Se definen los procesos de desarrollo de software y los roles que participan en los procesos. Posteriormente, se analizan y evalúan informalmente los procesos para identificar sus fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, y para identificar las mejores prácticas de la organización. Se sugiere involucrar en esta actividad a la mayoría de los empleados que trabajan en el área de desarrollo de software. A partir de esta actividad se elabora un manual de procesos.
- *Evaluar y desarrollar el conocimiento acerca de los procesos.* Se evalúa y se desarrolla el conocimiento de la gerencia acerca de los procesos. Con esta actividad se busca que los gerentes se sensibilicen y comprendan la situación de los procesos, los problemas que presentan, las áreas de oportunidad, y definan algunas ideas de cómo mejorarlos.
- *Evaluar y desarrollar el conocimiento acerca de la organización.* Se evalúa y se desarrolla el conocimiento de los empleados acerca de la organización. Con esta actividad se busca que los empleados se sensibilicen y comprendan la situación de la organización, los problemas que presenta, las áreas de oportunidad, y la dirección hacia donde se dirige.

La organización puede iniciar la siguiente fase (*inicio*) cuando termina de realizar las actividades anteriores; sin embargo, las actividades de esta fase se continuarán realizando cíclicamente durante toda la duración de la iniciativa de SPI para mantener el desarrollo de los elementos organizacionales.

5.5.3.3 Inicio

Esta etapa tiene los objetivos de definir la iniciativa de SPI y de crear su estructura de soporte (ver Figura 16). Para iniciar esta etapa se sugiere que exista un ambiente interno y externo adecuado para realizar una iniciativa de SPI (ver la etapa *preparación*) y que estén definidos los elementos de la organización (ver la etapa *definición*). En esta etapa se sugiere realizar las siguientes actividades:



Figura 16. Etapa "inicio" del modelo ADOPT-PRM.

- *Definir la visión y las expectativas de mejora.* Con base en el análisis informal de los procesos de desarrollo de software que se realizó previamente, se define la visión de alto nivel de la iniciativa de SPI y se establecen las expectativas generales de la mejora. Estos elementos deben ser claros y realistas, y deben considerar la situación de la organización y de los procesos, la motivación, y las condiciones externas de la organización.
- *Evaluar y seleccionar un PRM y a los consultores.* Se selecciona el PRM que servirá como base para la mejora de procesos en la organización. En la selección del PRM se consideran las características y la situación actual de la organización y de los procesos (esta información se obtuvo con la evaluación informal de los procesos de desarrollo de software y de los elementos de la organización), los tipos de proyecto que se desarrollan, y las expectativas de la iniciativa de SPI. Además, durante la selección del PRM se deben considerar los conocimientos y las habilidades requeridas por el PRM, las metodologías, las tecnologías y las herramientas de soporte existentes, y las experiencias y casos de estudio que existen

de la implantación del PRM. Por otra parte, durante esta actividad se debe seleccionar al consultor que apoyará la adopción del PRM. Durante la selección de los consultores se deben considerar los conocimientos, las habilidades y la experiencia que tienen en SPI y en el PRM seleccionados, y los conocimientos y habilidades para gestionar el cambio y para formar grupos de trabajo y equipos de SPI.

- *Integrar las propuestas de mejora previas con la iniciativa de SPI.* Se analizan las propuestas de mejora previas y se define una estrategia para integrarlas con la iniciativa de SPI. Esta actividad permite aprovechar las mejoras realizadas previamente.
- *Asignar la prioridad y el presupuesto a la iniciativa de SPI.* Se asigna la prioridad y el presupuesto a la iniciativa de SPI. Se recomienda que la organización visualice la iniciativa de SPI como uno más de sus proyectos y se le asigne la misma prioridad. El presupuesto se asigna de acuerdo a las expectativas de la iniciativa de SPI, y a la estimación de los costos realizada por los consultores.
- *Patrocinar la iniciativa de SPI.* El patrocinador muestra y comunica su apoyo y protección a la iniciativa de SPI. El patrocinador mantendrá visible y continuo su patrocinio durante toda la duración de la iniciativa de SPI (e.g., asignación de recursos, participación en las actividades, apoyo a los empleados, etc.).
- *Comunicar la iniciativa de SPI.* Se comunica a todos los empleados de la organización la visión, los objetivos y las expectativas generales de la iniciativa de SPI. Además, se detallan los problemas que se requieren resolver y hacia donde desea llegar la organización, y se explica cómo la iniciativa de SPI puede beneficiar a la organización y a los empleados. Durante esta actividad se resuelven todas las dudas que tengan los empleados con respecto a la iniciativa de SPI.
- *Seleccionar al líder de SPI.* Se selecciona al empleado que tenga las habilidades y competencias personales, sociales y técnicas necesarias para ser el líder de la

iniciativa de SPI. Por ejemplo, empatía, liderazgo, orientación al logro y a los resultados, trabajo en equipo, autoevaluación, etc.

- *Asignar los roles de SPI.* Se seleccionan los empleados que tengan las habilidades y competencias personales, sociales y técnicas necesarias para apoyar al líder de SPI a realizar las actividades de SPI. Por ejemplo, trabajo en equipo, colaboración e integración, autoaprendizaje, desarrollo personal, etc.
- *Integrar y desarrollar al equipo de SPI.* Se definen los objetivos, la estructura, los límites y normas, las tareas, y los mecanismos de comunicación del equipo de SPI. Además, se integra y consolida el equipo de SPI.
- *Capacitar en SPI y en el PRM a los empleados y al equipo de SPI.* Se eligen los empleados que se capacitarán y se define en cuáles temas se capacitarán. Primero se da una introducción general acerca de SPI y del PRM que adoptará la organización. Posteriormente, se diseñan los planes de capacitación de acuerdo a las necesidades de la iniciativa de SPI y de los empleados.

5.5.3.4 Ciclos de mejora

Posteriormente, en forma continua se realizan ciclos de mejora de procesos. Un ciclo de mejora tiene las siguientes fases: *planeación, formulación, acción, y revisión*. A continuación se definen estas fases.

5.5.3.4.1 Planeación

Esta etapa tiene los objetivos de evaluar la madurez de los procesos de la organización, de definir el plan general de mejora y los mecanismos de la iniciativa de SPI, y de desarrollar la motivación y el apoyo de los miembros de la organización (ver Figura 17). Para realizar esta etapa es necesario que previamente se defina la visión general de la iniciativa de SPI y que exista la estructura de soporte (ver etapa anterior). En esta etapa se sugiere realizar las siguientes actividades:



Figura 17. Etapa "planeación" del modelo ADOPT-PRM.

- *Evaluar la madurez de los procesos de la organización.* Se evalúa formalmente la madurez de los procesos de la organización con respecto al PRM que está adoptando la organización. A partir de esta actividad se obtiene un reporte detallado de las fortalezas y debilidades de los procesos de desarrollo de software.
- *Definir y alinear los objetivos y las metas de la iniciativa de SPI.* Con base en la evaluación formal de los procesos, se definen los objetivos y las metas específicas de la iniciativa de SPI. En esta actividad se alinean los objetivos de la iniciativa de SPI con los objetivos y con los proyectos actuales o futuros de la organización.
- *Definir el plan general de la iniciativa de SPI.* Este plan define las actividades que se realizarán, cuándo, cómo y por quién se realizarán, y los mecanismos y las métricas que se requieren para realizarlas y para evaluar su avance y su logro.
- *Definir los mecanismos de la iniciativa de SPI.* Se definen los mecanismos de comunicación, de manejo de la resistencia al cambio, de motivación y compromiso, de recompensas, de educación y capacitación, de involucramiento, etc. Estos mecanismos se deben alinear con los mecanismos organizacionales.
- *Identificar los riesgos de la iniciativa de SPI.* Se identifican los riesgos relacionados con los empleados, con el equipo de SPI, con los aspectos organizacionales, los riesgos externos, etc.
- *Comunicar el proyecto de SPI.* Se comunican los objetivos, los resultados de la evaluación y el plan general de mejora, y se aclaran las dudas de los empleados.

Posteriormente, se evalúa y se desarrolla el apoyo de los empleados y de la gerencia hacia la iniciativa de SPI. Para lograrlo se propone realizar las siguientes actividades:

- *Evaluar y desarrollar la motivación y el compromiso de la gerencia.* Se evalúa y se realizan actividades para aumentar la motivación y el compromiso de la gerencia.
- *Evaluar y desarrollar la motivación y el compromiso de los empleados.* Se evalúa y se realizan actividades para motivar y comprometer a los empleados. Esta actividad se realiza hasta alcanzar una masa crítica de empleados que apoyan la iniciativa de SPI.
- *Evaluar y desarrollar la motivación de los integrantes del equipo de SPI.* Se evalúa y se realizan actividades para motivar y comprometer a los miembros del equipo de SPI.
- *Evaluar y desarrollar la credibilidad y la confianza en el equipo de SPI y en los consultores.* Se evalúa y se realizan actividades para fortalecer la credibilidad y la confianza en el equipo de SPI y en los consultores.

5.5.3.4.2 Formulación

Esta etapa tiene los objetivos de priorizar y seleccionar las áreas de mejora, de estimar los recursos para el ciclo de mejora, y de comunicar las mejoras que se realizarán (ver Figura 18). En esta etapa se sugiere realizar las siguientes actividades:

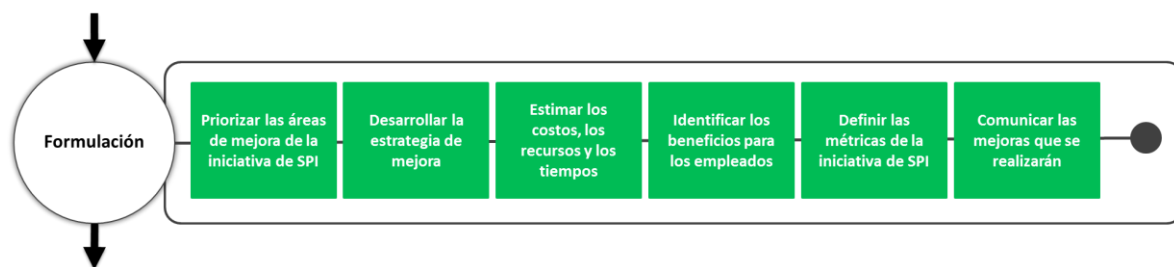


Figura 18. Etapa "formulación" del modelo ADOPT-PRM.

- *Priorizar y seleccionar las áreas de mejora.* Se evalúan las actividades definidas en el plan general de mejora para identificar las actividades más benéficas y prioritarias

para la organización. Posteriormente, a partir de esta evaluación, se seleccionan las áreas que incluirá el ciclo de mejora. En esta actividad se debe involucrar a los empleados de la organización.

- *Definir la estrategia de mejora.* Se define un conjunto de acciones planificadas sistemáticamente para realizar las mejoras seleccionadas.
- *Estimar los costos, los recursos y los tiempos.* Se estiman los costos, los tiempos y los recursos necesarios para realizar las mejoras definidas en la estrategia de mejora.
- *Identificar los beneficios para los empleados.* Se identifican los beneficios que ofrecen a los empleados las mejoras seleccionadas.
- *Definir las métricas de las mejoras.* Se definen las medidas que ayudarán a conocer o estimar el logro de las mejoras.
- *Comunicar las mejoras que se realizarán.* Se comunican las mejoras que se realizarán, la estrategia que se utilizará, y los beneficios esperados para los empleados.

5.5.3.4.3 Ejecución

Esta etapa tiene los objetivos de realizar las pruebas pilotos de las mejoras e institucionalizarlas en la organización (ver Figura 19). En esta etapa se sugiere realizar las siguientes actividades:

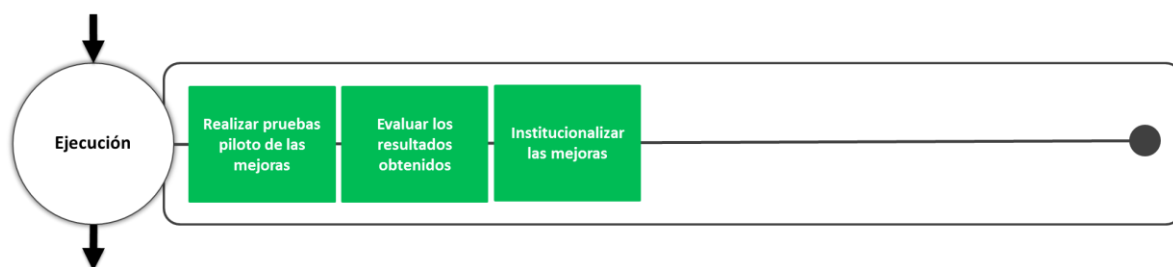


Figura 19. Etapa "ejecución" del modelo ADOPT-PRM.

- *Realizar pruebas pilotos de las mejoras.* Se selecciona un proyecto y se realizan pruebas piloto de las mejoras en los procesos.

- *Evaluar los resultados obtenidos.* Se realiza una evaluación de los resultados obtenidos y de las ventajas relativas de los procesos modificados con respecto a la versión previa de los procesos.
- *Institucionalizar las mejoras.* Las mejoras que ofrecen ventajas significativas en los procesos se institucionalizan en el manual de procesos de la organización y se actualizan en todos los proyectos de la organización.

5.5.3.4.4 Revisión

Esta etapa tiene los objetivos de evaluar los beneficios del ciclo de mejora, de evaluar la planeación, las estimaciones y los mecanismos de la iniciativa de SPI, y de evaluar la afectación y satisfacción de los empleados con las mejoras (ver Figura 20). En esta etapa se sugiere realizar las siguientes actividades:



Figura 20. Etapa "revisión" del modelo ADOPT-PRM.

- *Evaluar la visibilidad de los beneficios de las mejoras.* Se evalúa el nivel de visibilidad de los beneficios que ofrecen las mejoras realizadas en el ciclo de mejora. Esta información sirve de realimentación para perfeccionar la priorización de las áreas de mejora en el próximo ciclo.
- *Evaluar la planeación y las estimaciones.* Se evalúa el realismo y eficiencia de las estimaciones de los tiempos y los recursos, y de la secuencia de actividades para realizar las mejoras. Esta información sirve de realimentación para mejorar la estimación y la planeación en el próximo ciclo.

- *Identificar las lecciones aprendidas.* Se identifican el conjunto de éxitos y errores que el equipo de SPI obtuvo durante la realización de las mejoras, y se actualizan los riesgos identificados. Esta información sirve de realimentación para mejorar la estrategia de mejora en el próximo ciclo.
- *Evaluar los mecanismos de la iniciativa de SPI.* Se evalúa la eficiencia de los mecanismos de comunicación, de manejo de resistencia al cambio, de involucramiento, y de realimentación, etc. Esta información sirve de realimentación para mejorar los mecanismos de soporte en el próximo ciclo de mejora.

Posteriormente se evalúan los siguientes aspectos:

- *Evaluar la satisfacción, la seguridad y el optimismo de los empleados.* Se evaluó el grado de satisfacción de los empleados con los resultados del ciclo de mejora, y la seguridad y el optimismo que sienten para continuar con un nuevo ciclo. Esta información se utiliza de realimentación para ajustar la estrategia en el próximo ciclo de mejora.
- *Evaluar el involucramiento y la contribución de los empleados.* Se evalúa el grado en el que los empleados se involucraron, participaron, y contribuyeron para que se alcanzaran los objetivos de las mejoras. Esta información se utiliza para reconocer y recompensar a los empleados que tuvieron una mayor participación.
- *Evaluar el involucramiento y la contribución de la gerencia.* Se evalúa el grado de involucramiento de la gerencia en la iniciativa de SPI.
- *Evaluar la eficacia del equipo de SPI.* Se evalúa la eficacia de la ayuda y la asesoría de los miembros del equipo de SPI. Esta información se utiliza para realimentar y mejorar el equipo de SPI en el próximo ciclo de mejora.
- *Evaluar la adopción de las mejoras.* Se evalúa el grado en el que los procesos mejorados forman parte de la nueva forma de trabajo de los empleados y en qué grado éstos los hicieron propios.

5.6 Análisis y discusión

En esta sección se presenta una comparación del modelo ADOPT-PRM contra las principales guías de implantación para las MIPYME. Posteriormente, se realiza un análisis de las características del modelo ADOPT-PRM con respecto a las principales teorías de cambio organizacional, de cambio personal y de mejora de procesos de software. Este análisis permite contrastar el modelo propuesto con la teoría existente.

5.6.1 Comparación con las principales guías de implantación

A continuación se muestra una comparación del modelo ADOPT-PRM contra las principales guías de implantación para las MIPYME (el Capítulo 3 analiza detalladamente las principales guías de implantación para las MIPYME). La Tabla 21 enlista las características principales del modelo ADOPT-PRM, y especifica cuáles de estas características se incluyen en las guías de implantación.

Tabla 21. Análisis comparativo del modelo ADOPT-PRM

#	Características	Guía de SPI									ADOPT-PRM
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Características de las MIPYME	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	Enfoque en la mejora y no en la certificación	-	-	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	✓
3	Mejora basada en prácticas estandarizadas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓
4	Proceso de mejora incremental e iterativo	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	Proceso de mejora ágil	-	-	✓	-	-	-	-	-	✓	✓
6	Cambio organizacional holístico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓
7	Cambio organizacional proactivo	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	✓
8	Cambio personal en forma gradual	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓
9	Factores personales y sociales del cambio	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	✓
10	Sentido de urgencia gradual	-	-	-	-	-	✓	-	✓	-	✓
11	Consideración del contexto y la visión	✓	-	-	-	-	-	✓	-	-	✓
12	Análisis y modelado de los procesos actuales	-	-	✓	-	✓	✓	✓	✓	-	✓
13	Involucramiento de los empleados	✓	-	✓	-	✓	-	✓	✓	✓	✓
14	Habilidades del gerente	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	✓
15	Líder y equipo de SPI	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	-	✓
16	Cultura y clima organizacional	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓
17	Estructura y mecanismos organizacionales	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	✓
18	Planeación dinámica y a corto plazo	-	-	✓	-	-	-	-	✓	✓	✓
19	Realimentación y aprendizaje	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Total		10	2	9	7	6	7	8	9	8	19
1-IDEAL, 2-TAPISTRY, 3-IMPACT, 4-MESOPYME, 5-PRISMS, 6-OWPL, 7-ASPE-MS, 8-IFLAP, 9-PmCOMPETISOFT											

En la Tabla 21 se puede apreciar que la guía de implantación que cumple con más características (10 de 19) es IDEAL (ver la columna que tiene la leyenda '1'); sin embargo, esta guía tiene dos limitaciones severas: la primera es que no está diseñada para las características y restricciones de las MIPYME, y la segunda, es que se enfoca en apoyar la implantación de un PRM diseñado para organizaciones grandes (i.e., CMM). De las guías diseñadas para las MIPYME (todas excepto la guía IDEAL), las guías que cumplen con más características (9 de 19) son las guías IMPACT (ver la columna que tiene la leyenda '3') e iFLAP (ver la columna que tiene la leyenda '8'); sin embargo, estas guías tienen las siguientes deficiencias. IFLAP omite realizar un proceso de cambio ágil que se adapte continuamente al contexto de la organización, de la iniciativa de SPI, y de los resultados obtenidos. Además, ignora la condición de los elementos organizacionales (e.g., la cultura, el clima organizacional, y los mecanismos organizacionales). Asimismo, ignora los cambios requeridos en los empleados de la organización y los factores personales y sociales del cambio. Finalmente, supone que los empleados de la organización tienen los conocimientos para mejorar los procesos de la organización, y por lo tanto, no se enfoca en adoptar prácticas estandarizadas. Por el contrario, IMPACT propone un proceso de cambio ágil y se enfoca en adoptar prácticas estandarizadas; sin embargo, no establece un sentido de urgencia gradual donde los empleados puedan asimilar la necesidad de los cambios y de la iniciativa de SPI, y no enfatiza la importancia de contar con un líder y con un equipo de SPI. Finalmente, al igual que la guía IFLAP, IMPACT ignora la condición de los elementos organizacionales (e.g., la cultura, el clima organizacional, y los mecanismos organizacionales), los cambios requeridos en los empleados de la organización, y los factores personales y sociales del cambio.

A partir de la comparación anterior, se puede resumir que las principales guías de implantación tienen limitaciones severas y no consideran muchas de las características del modelo ADOPT-PRM. Estas limitaciones las pudieron ocasionar la carencia de un enfoque sistemático en la metodología para elaborarlas, y la duración limitada de los casos de estudios en los que se fundamentan. A partir de estos resultados se puede afirmar que el

modelo ADOPT-PRM es un modelo más completo que los que existen actualmente; sin embargo, puede surgir la duda de que tan relevantes son las características y los aspectos que considera el modelo propuesto y que las otras guías no consideran. En la siguiente sección se discute la importancia de las características principales del modelo ADOPT-PRM.

5.6.2 Discusión de las características del modelo ADOPT-PRM

A continuación se realiza una discusión de las principales características del modelo ADOPT-PRM. El orden de la discusión se basa en el orden en el que aparecen las características en la Tabla 21.

Características de las MIPYME. Para elaborar el modelo ADOPT-PRM se consideró un conjunto de características particulares de las MIPYME. De acuerdo con Kelly y Culleton (1999) las iniciativas de SPI en las MIPYME, no son una versión reducida de las iniciativas de SPI que se realizan en las organizaciones grandes, y por lo tanto, es necesario considerar las características particulares de las MIPYME. En este sentido, los PRM y las guías de implantación diseñadas para organizaciones grandes no son útiles para las MIPYME. Debido a lo anterior, en los últimos años se han realizado un gran número de estudios para elaborar nuevos PRM, guías de implantación, y herramientas de soporte diseñadas específicamente para las características particulares de las MIPYME (Dangle et al., 2005; García et al., 2012; Horvat et al., 2000; Kautz, 1998; Mc Caffery et al., 2007; Oktaba et al., 2007; Richardson, 2002; Wangenheim et al., 2006).

Enfoque en la mejora y no en la certificación. Otra característica importante del modelo ADOPT-PRM es su enfoque en la mejora y no en la certificación. Actualmente existe un gran número de estudios que enfatizan la importancia de que las MIPYME se enfoquen en mejorar sus procesos y no en obtener una certificación (Pettersson et al., 2008; Scott et al., 2001; Wangenheim et al., 2006); sin embargo, de acuerdo con Moitra (2005), con frecuencia las organizaciones realizan una iniciativa de SPI porque está de moda o porque la competencia lo está haciendo. Normalmente, estas iniciativas sólo se enfocan en obtener

una certificación y no toman en cuenta la efectividad, el grado de adaptación del PRM a sus características, y si la implantación producirá beneficios para el negocio. Además, en este tipo de iniciativas la participación de los involucrados se vuelve mecánica, y por lo general, ellos no se comprometen con la iniciativa de SPI. A pesar de que estos estudios enfatizan la importancia del enfoque hacia la mejora, muchas de las guías de implantación proponen iniciativas donde la importancia es obtener una certificación (e.g. IDEAL, MESOPYME, PmCOMPETISOFT, y OWPL). Por el contrario, desde la teoría de cambio organizacional, la prioridad de los modelos es mejorar las organizaciones y como un beneficio adicional obtener una certificación en un estándar de procesos. Por ejemplo, el modelo de transformación organizacional (Kotter, 1995), uno de los modelos de cambio organizacional más populares, propone cambios enfocados en la mejora.

Prácticas estandarizadas. El modelo ADOPT-PRM propone seleccionar las prácticas del modelo que más se adecuen a sus características y necesidades. Varios investigadores han identificado que las MIPYME, debido a sus limitaciones y restricciones, deben realizar las mejoras basándose en algunos modelos de referencia de procesos y no tratar de definir por sí solos sus procesos (Villalón et al., 2002; Wangenheim et al., 2006; Ward, Fayad, y Laitinen, 2001). Por ejemplo, Kautz (1998) considera que para las MIPYME es imposible mantenerse al día en la investigación y la práctica de la mejora de procesos debido a sus restricciones en recursos, y por lo tanto, deben aprovechar toda la información y los avances que estén disponibles.

Enfoque incremental iterativo y ágil. Otra característica importante del modelo ADOPT-PRM, es su enfoque incremental, iterativo y ágil. Este enfoque permite a las organizaciones realizar un proceso de mejora gradual que se basa en las mejoras más prioritarias y benéficas para la organización. Varios investigadores han identificado que las MIPYME deben mejorar incrementalmente de acuerdo a sus características y sus necesidades (Villalón et al., 2002; Wangenheim et al., 2006; Ward et al., 2001). De acuerdo con Moitra (2005), una iniciativa de SPI es un proceso que consume tiempo y que es necesario realizar gradualmente y en forma sistemática. De acuerdo con Mathiassen et al. (2005), los

administradores necesitan coordinar y ajustar las prioridades continuamente, coordinar la iniciativa de SPI con otras iniciativas, y priorizar y gestionar los proyectos de SPI. En este sentido, las mejoras desintegradas y asíncronas son ineficientes y poco efectivas. La mayoría de las guías de implantación para las MIPYME proponen un proceso de mejora incremental e iterativa (e.g., MESOPYME y ASPE-MS); sin embargo, estas guías tienen limitaciones para realizar estas actividades en forma ágil. En este sentido, las iniciativas de SPI no se ajustan continuamente al entorno, a la situación de la organización, y a los resultados de la iniciativa de SPI.

Cambio organizacional holístico. El modelo ADOPT-PRM propone realizar un cambio organizacional holístico y administrado que incluye cambios en todos los elementos de la organización (i.e., en la cultura, estructura, políticas, y en los empleados). Algunos estudios en el área de SPI han resaltado la importancia de considerar, además de los procesos, los otros elementos de la organización; sin embargo, hasta donde el autor del presente documento conoce, en el área de SPI en las MIPYME no existe un estudio previo que analice holísticamente estas iniciativas. Por ejemplo, Moitra (2005) identificó que las iniciativas de SPI normalmente se enfocan en mejorar los procesos y no consideran los otros elementos de la organización. Él propone que durante una iniciativa de SPI las organizaciones requieren mejoras simultáneas en las personas, los procesos, y la tecnología. Mathiassen et al. (2005), basado en una teoría de cambio organizacional, identificó que durante una iniciativa de SPI, las organizaciones necesitan realizar cambios en los procesos, en la estructura, en las personas, y en la administración. A pesar de que los estudios anteriores enfatizan la importancia de considerar los elementos organizacionales en las iniciativas de SPI, éstos no consideran la relación entre los distintos tipos de cambios, y no explican cómo deben realizarse holísticamente estos cambios en las MIPYME.

En el área de cambio organizacional, recientemente se han propuesto algunos modelos con un enfoque holístico. Según Van de Ven y Poole (1995), la tendencia en la investigación de los modelos de cambio organizacional es crear modelos híbridos que ofrecen una mayor explicación del cambio organizacional y que solucionen las deficiencias de los modelos

idealizados (e.g., los teológicos, los evolutivos, etc.). Por ejemplo, Cao et al. (2003) propone un modelo que considera los cambios en las siguientes cuatro dimensiones de la organización: los procesos, la estructura, la administración, y la cultura. Además, este modelo considera que estos cambios están interrelacionados y funcionan como una entidad dinámica (i.e., el cambio en un elemento comúnmente resultará en un cambio compensatorio en otro elemento). Debido a lo anterior, las organizaciones requieren una propuesta holística que integre diferentes tipos de métodos para tratar la diversidad y la interacción de los tipos de cambios. A pesar de que se han propuesto algunos modelos de cambio organizacional holísticos, estos modelos no consideran las características de las MIPYME y no se han validado en las iniciativas de SPI; sin embargo, estas observaciones fortalecen el enfoque holístico del modelo ADOPT-PRM.

Cambios organizacionales proactivos. El modelo ADOPT-PRM propone realizar cambios organizacionales en forma proactiva para apoyar la realización de la iniciativa de SPI en las MIPYME. Mathiassen et al. (2005) identificó que si las organizaciones adoptan tácticas de administración del cambio y se vuelve proactivas con el cambio pueden obtener mejores resultados en las iniciativas de SPI. En este sentido, Moitra (2005) propone que las organizaciones realicen una fase de preparación para crear las condiciones necesarias para realizar una iniciativa de SPI; sin embargo, esta fase sólo se enfoca en las personas y no considera los otros elementos de la organización.

Cambio personal en forma gradual. Otra característica importante del modelo ADOPT-PRM es que propone que los empleados realicen un proceso de cambio personal en forma gradual que les facilite asimilar los cambios. De acuerdo con Moitra (2005), las iniciativas de SPI no sólo tratan acerca de migrar los procesos de la organización, sino también, acerca de la transición de los comportamientos individuales y grupales de los empleados. En este sentido, una falla común de las organizaciones es que suponen implícitamente que las personas cambiarán una vez que los procesos cambien; sin embargo, las iniciativas de SPI requieren cambios profundos en los empleados (Mathiassen et al., 2005). Por ejemplo, los empleados deben de cambiar de rol, de responsabilidades y tienen que desarrollar nuevas

habilidades y conocimientos. Además, de acuerdo con Moitra (2005), las iniciativas de SPI demandan nuevas maneras de trabajar, la adquisición de nuevos conocimientos y habilidades, el uso de nuevas tecnologías y herramientas, y la adopción de nuevos comportamientos caracterizados por el entusiasmo, el compromiso, y el involucramiento. A pesar de que estos estudios anteriores enfatizan la importancia de hacer la transición de los empleados, éstos no especifican cómo realizar dicha transición.

En el área de cambio organizacional existen varios estudios que resaltan la importancia del proceso de cambio en las personas. De acuerdo con Applegate (1994), una organización no puede cambiar o mejorar hasta que sus empleados cambien. De acuerdo con Kotter (1995), uno de los principales errores en un proceso de cambio es subestimar la dificultad de sacar a la gente de sus “zonas de comodidad”. En este sentido, de acuerdo con Conner y Patterson (1982), el compromiso de los empleados hacia el cambio organizacional se construye siguiendo un proceso incremental que tiene tres etapas. En la primera etapa se construye la conciencia y la disposición hacia los cambios en los empleados. En la segunda etapa, los empleados comprenden y aceptan los cambios. Finalmente, en la tercera etapa, los empleados experimentan los cambios, los adoptan, y finalmente los institucionalizan. Además, durante estos procesos las personas tienen diferentes reacciones emocionales. Según Bridges (2009), las personas “transitan” un proceso psicológico mientras internalizan y aceptan los detalles de la nueva situación que el cambio trae consigo. Este proceso tiene tres fases: finalización, la zona neutral y el nuevo empezar. En cada una de estas fases, las personas experimentan diferentes emociones y tienen diferentes reacciones. En la primera fase (finalización), las personas liberan su control y dominio, y aceptan la pérdida de sus actuales comportamientos, actitudes, creencias, esperanzas y miedos. Durante esta fase, las personas pueden sufrir por el pasado y reaccionar con enojo, negación o conmoción. En la segunda fase (zona neutra), las personas dejan ir lo viejo y experimentan una nueva situación que no está bien consolidada y completamente operacional. Durante esta fase, las personas pueden experimentar miedo, ira, frustración, estrés, impaciencia, escepticismo, y una mayor carga de trabajo. Por otra parte, experimentan creatividad, innovación, renovación, y aceptación. Estos estados emocionales

se alternan continuamente mientras se van realizando ajustes a las situaciones actuales y las personas se van adaptando a la nueva situación. Finalmente, en la tercera fase (nuevo comienzo), las personas empiezan a adoptar el cambio, a construir las habilidades necesarias para trabajar con éxito en el nuevo camino, y a ver los primeros triunfos de sus esfuerzos. En esta fase, las personas presentan reacciones de energía, apertura, entusiasmo y esperanza. Estas observaciones apoyan la propuesta gradual de cambio en las personas que propone ADOPT-PRM.

Factores personales y sociales. Otra característica importante del modelo ADOPT-PRM es su propuesta de manejar y controlar proactivamente los factores personales y sociales del cambio (e.g., la motivación, el compromiso, y la resistencia al cambio). Para lograrlo utiliza estrategias de educación, comunicación, involucramiento, participación, facilitación y soporte. Las iniciativas de SPI son proyectos desafiantes y complejos debido a que involucran personas con diferentes motivadores, preferencias, conocimientos, comportamientos y expectativas (Mathiassen et al., 2005). De acuerdo con Mathiassen et al. (2005), para realizar exitosamente una iniciativa de SPI es necesario controlar y desarrollar el entusiasmo, el compromiso y el involucramiento de los empleados. Cuando las personas se sienten comprometidas con la iniciativa de SPI, comparten ideas y experiencias, prueban nuevas prácticas, trabajan en conjunto para alcanzar metas desafiantes, y se mantienen aferrados a una visión y a una línea de conductas planificadas. Estas observaciones apoyan la propuesta del modelo ADOPT-PRM de manejar la motivación y el compromiso de los empleados.

Por otra parte, el modelo ADOPT-PRM propone manejar y controlar proactivamente la resistencia al cambio. De acuerdo con Moitra (2005), las mayorías de las personas en forma pasiva o activa se resisten al cambio. De acuerdo con Qin (Qin, 2007), las iniciativas de SPI sacan a los empleados de su zona de confort, y amenazan su posición, su poder, y su experiencia en los procesos. En este sentido, normalmente los empleados perciben que los cambios podrían dificultar su trabajo, que tendrán que dedicar tiempo extra para lograrlos, y que les ofrecerán pocos beneficios. Por lo general, la resistencia al cambio viene de los

empleados de niveles medios y bajos de la organización porque comúnmente estas personas no se involucran en la elaboración de la visión y en la implementación del cambio. Si una iniciativa de SPI se percibe como una dictadura de la administración que no tiene relevancia o beneficios para los empleados, la resistencia al cambio es inevitable. A pesar de que estos estudios enfatizan la importancia de manejar la resistencia al cambio en las iniciativas de SPI, estos estudios no especifican cómo manejarla. En el área de cambio organizacional la resistencia al cambio es un tema bastante estudiado. Según Harrington et al. (1999), las personas pueden percibir las alteraciones de los cambios organizacionales como beneficiosas, perjudiciales, o ambivalentes; sin embargo, normalmente las personas se resisten al cambio. De acuerdo con Kotter y Schlesinger (1979) las personas se resisten al cambio por sus intereses personales, por confusiones y falta de confianza, por evaluaciones distintas, y por su poca tolerancia al cambio. De acuerdo con García-Chacón (2005), más allá del carácter desagradable que tiene la resistencia al cambio, ésta ofrece información del grado de apertura de la organización, y de la importancia que el sistema concede al objetivo del cambio. Además, puede revelar errores cometidos en la elaboración del proyecto de cambio o en la estrategia de implantación. De acuerdo con Kotter y Schlesinger (1979), los siguientes métodos pueden ayudar a afrontar la resistencia al cambio: educación y comunicación, involucramiento, facilitación, negociación, manipulación, y coerción; sin embargo, ellos no recomiendan usar la manipulación y la coerción porque inevitablemente las personas se sentirán ofendidas o molestas por el cambio obligado. De acuerdo con Kotter y Schlesinger (1979), las organizaciones requieren utilizar estrategias claras, que de forma incremental y sistemática, utilicen los distintos métodos. Estas observaciones apoyan la propuesta del modelo ADOPT-PRM de manejar y controlar la resistencia al cambio.

Sentido de urgencia gradual. El modelo ADOPT-PRM propone crear un sentido de urgencia gradual en la iniciativa de SPI. De acuerdo con Moitra (2005), la mayoría de las iniciativas de SPI inician con mucha fanfarria pero eventualmente mueren sin alcanzar los resultados esperados. De acuerdo con Qin (2007), las organizaciones comúnmente consideran las iniciativas de SPI como una cosa “buena” por hacer pero no son una

prioridad de la organización. De acuerdo con Moitra (2005), para que una iniciativa de SPI sea exitosa es vital que exista un sentido de urgencia, donde una sucesión rápida de resultados incrementales refuercen la creencia en la iniciativa de SPI, generen un sentido de logro y fortalezcan el involucramiento. Si la iniciativa de SPI no es una prioridad de la organización, nunca se obtendrá el compromiso y el involucramiento de los empleados. A pesar de que ambos estudios resaltan la importancia de crear un sentido de urgencia, ambos consideran que el sentido de urgencia se puede generar rápidamente; sin embargo, el sentido de urgencia se debe desarrollar en forma gradual debido a que tienen una dependencia fuerte con la percepción de los empleados y de los gerentes.

Contexto y visión. El modelo ADOPT-PRM propone que antes de iniciar una iniciativa de SPI se establezca su contexto y su visión. De acuerdo con Kautz (1998) y con Batista y Figueiredo (2000), las MIPYME deben considerar cuidadosamente su contexto, especialmente la disposición de recursos externos para realizar la iniciativa de SPI y la satisfacción de los clientes. Por otra parte, de acuerdo con Mathiassen et al. (2005), la mayoría de las iniciativas de SPI se realizan desde una perspectiva técnica sin una visión clara. Esta situación crea una falta de compromiso y de sentido de urgencia en los gerentes, y debilita el compromiso de los empleados. Para evitar esta situación, las organizaciones deben tener una visión clara de la dirección del cambio y deben compartirla a todos los niveles de la organización. De acuerdo con Moitra (2005), la mayoría de las iniciativas de SPI fracasan porque el contexto del cambio y los objetivos de la iniciativa de SPI son confusos y no se comparten entre los empleados. El contexto provee el ambiente y las razones para realizar la iniciativa de SPI, mientras que los objetivos establecen qué se necesita mejorar, cuánto se necesita mejorar y cuándo se debe hacer. Además, de acuerdo a Mathiassen et al. (2005), la visión tiene que adaptarse continuamente a las condiciones externas e internas de la organización. A pesar de que estos estudios resaltan la importancia del contexto y la visión, la mayoría de las guías de implantación no proponen actividades para definir el contexto de la organización. Por el contrario, desde la teoría de cambio organizacional existen algunos modelos que proponen establecer el contexto y la visión antes de realizar los cambios organizacionales. Por ejemplo, Kotter (1995) propone que las

organizaciones necesitan examinar el mercado y la competencia, y a partir de ese análisis, necesitan discutir las oportunidades y las crisis potenciales de la organización, y crear una visión que ayude a darle dirección al esfuerzo de cambio. Estas observaciones apoyan la propuesta del modelo ADOPT-PRM de establecer el contexto y la visión antes de iniciar la iniciativa de SPI.

Análisis y modelado de los procesos actuales. Otra característica importante del modelo ADOPT-PRM es que propone modelar, analizar y evaluar los procesos actuales de la organización para apoyar la iniciativa de SPI. Varios estudios han resaltado la importancia de modelar los procesos actuales de la organización para facilitar la identificación de las áreas de mejora (Allen et al., 2003; Pettersson et al., 2008; Wangenheim et al., 2006). De acuerdo con Valtanen y Ahonen (2008), esta actividad hace visible los procesos a los empleados, lo que genera su involucramiento y su conciencia acerca de la situación de los procesos.

Involucramiento de los empleados. El modelo ADOPT-PRM propone involucrar al mayor número de empleados y dividir las responsabilidades de SPI. De acuerdo con (Pettersson et al., 2008), durante una iniciativa de SPI se tienen que involucrar a los empleados de todos los niveles (e.g., líderes de proyectos y desarrolladores). En este sentido, es una buena idea involucrar activamente en las mejoras de los procesos a las personas que los utilizan diariamente (Rainer y Hall, 2002; Stelzer y Mellis, 1999). Una razón para esta acción, es que los empleados de la organización tienen una visión y conocimientos de las áreas que necesitan mejoras, y este conocimiento normalmente se vuelve explícito cuando se involucra a los empleados en la evaluación y mejora de los procesos (Johansen y Pries-Heje, 2007). De acuerdo con Mathiassen et al. (2005), si una organización no divide adecuadamente las responsabilidades de la iniciativa de SPI, se puede generar una coordinación débil, se puede perder el control, y se puede desperdiciar la capacitación de los empleados porque no se les asignaron responsabilidades. Por otra parte, desde la teoría de cambio organizacional, Kotter (1995) recomienda que se debe iniciar una

cambio cuando el 75% de los empleados de la organización están convencidos de que la situación actual cotidiana de la organización es totalmente inaceptable.

Competencias del gerente. Otra característica importante del modelo ADOPT-PRM es que considera que los conocimientos, las habilidades, y los comportamientos de los gerentes influyen en la continuidad y sustentabilidad de la iniciativa de SPI. El liderazgo en los procesos de cambio organizacional ha sido un tema muy estudiado en las grandes organizaciones; sin embargo, existe poca información del impacto del liderazgo en las MIPYME, y más aún, en las iniciativas de SPI. De acuerdo con Stokes (2001), una de las principales causas del fracaso de las MIPYME son las deficiencias en las habilidades directivas y de liderazgo de los gerentes. De acuerdo con Mathiassen et al. (2005), usualmente los gerentes desestiman la complejidad de los cambios organizacionales requeridos por las iniciativas de SPI debido a la falta de experiencias en cambios organizacionales. De acuerdo con Mathiassen et al. (2005), los gerentes deben reconocer que cada iniciativa de SPI es única, deben negociar cuidadosamente el contexto del cambio, deben comprender los elementos del cambio, y deben dominar varias tácticas de cambio organizacional. Además, deben comprender que ellos son los primeros de la organización que tienen que cambiar. Por otra parte, de acuerdo con (Pettersson et al., 2008), las iniciativas de SPI los gerentes deben apoyarse activamente y proveer los recursos para la iniciativa de SPI. Un problema recurrente en las iniciativas de SPI es que la gerencia supone que el trabajo de SPI se realizará junto a la carga regular de trabajo de la organización, sin dedicar más recursos (Rainer y Hall, 2002).

Líder y equipo de SPI. El modelo ADOPT-PRM propone seleccionar a un consultor, a un líder de SPI e integrar y desarrollar un equipo de SPI. De acuerdo con Kautz (1998), los agentes y los facilitadores del cambio son importantes en las iniciativas de SPI en las MIPYME; sin embargo, él considera que los consultores juegan un papel decisivo en el logro de la iniciativa de SPI. Esta situación se debe a que es imposible para las MIPYME mantenerse al día en la investigación y la práctica de la mejora de procesos debido a sus restricciones en recursos. De acuerdo con Niazi, Wilson, y Zowghi (2006b), uno de los

principales factores de éxito de las iniciativas de SPI es contar con un equipo de SPI que ayude a realizar los cambios organizacionales. Sin embargo, de acuerdo con Moitra (2005), normalmente la asignación de los roles en la iniciativa de SPI se basa en el tiempo libre de los empleados y no en las habilidades para desempeñar un rol. Esto ha generado que los involucrados en las iniciativas fallan en relacionar las realidades y las necesidades de las personas y de la organización y que en muchas ocasiones sean vistos más como un obstáculo que como una ayuda. De acuerdo con Guo y Seaman (2008), las organizaciones deben seleccionar cuidadosamente al líder y los miembros del equipo de SPI de entre las personas más influyentes de la organización, debido a que los empleados basan sus opiniones en las opiniones y experiencias de sus compañeros. Desde el área de cambio organizacional, la importancia de los líderes y agentes de cambio ha sido ampliamente estudiado (Eisenbach, Watson, y Pillai, 1999; Groves, 2006; Lok y Crawford, 1999). Por ejemplo, Kotter (1995) identificó que el líder de un cambio organizacional debe tener un conjunto de competencias y habilidades especiales. En este sentido, cuando las personas que guían el cambio no son buenos líderes, el cambio organizacional puede ser un reto enorme.

Cultura y clima organizacional. El modelo ADOPT-PRM propone que es necesario cambiar la cultura organizacional y desarrollar un clima organizacional adecuado para apoyar la adopción de un PRM. En el área de SPI en las MIPYME existe muy poca información al respecto; sin embargo, desde el área de cambio organizacional este problema está muy estudiado. De acuerdo con Valtanen y Ahonen (2008), normalmente las MIPYME carecen de una cultura de procesos. Esta situación genera que los empleados no tengan una forma común de documentar el trabajo, que cada empleado realice las actividades con su propia forma, y que se genere una situación caótica de la cual nadie se hace responsable. Debido a lo anterior, Valtanen y Ahonen (2008) proponen que una de las primeras actividades que debe realizar una MIPYME es desarrollar entre los empleados una cultura de procesos. De acuerdo con Kautz et al. (2000), en un caso de estudio realizado en una MIPYME, la cultura fue uno de los elementos principales para realizar exitosamente la iniciativa de SPI. En esa organización la cultura se caracterizó por ser abierta, enérgica,

dinámica, y enfocada a obtener resultados a corto plazo. En el área de cambio organizacional existen otros estudios que resaltan la importancia de la cultura y el clima organizacional (Rashid, Sambasivan, y Rahman, 2004; Schneider, Brief, y Guzzo, 1996) . Por ejemplo, de acuerdo con Iverson (1996), el compromiso organizacional, la motivación en el trabajo, la satisfacción en el trabajo, y la seguridad en el trabajo incrementan la aceptación del cambio organizacional.

Estructura y mecanismos organizacionales. Otra característica importante del modelo ADOPT-PRM es que propone que se defina y se desarrolle la estructura y los mecanismos organizacionales para facilitar la adopción de un PRM. De acuerdo con Applegate (1994), los procesos de software existen dentro de una estructura organizacional que defiende los grupos, los roles, las responsabilidades, la autoridad, la coordinación, y los mecanismos que dan soporte a la organización. De acuerdo con Kautz et al. (2000), en un caso de estudio realizado en una MIPYME, la estructura facilitó realizar la iniciativa de SPI. En esa organización, la estructura se caracterizó por ser plana (pocos niveles jerárquicos), y contaba con mecanismos de comunicación cortos y directos. De acuerdo con Mathiassen et al. (2005), cuando una organización establece un PRM, requiere cambiar su estructura organizacional para dar soporte a los nuevos procesos y para asegurar su administración y control. Además, requiere desarrollar mecanismos de educación y capacitación para alinear a las personas con los requerimientos de los nuevos procesos, y requiere desarrollar mecanismos de incentivos para promover el cambio organizacional y para obtener un compromiso con la iniciativa de SPI a largo plazo y a todos los niveles de la organización. De acuerdo con Niazi, Wilson y Zowghi (2006b), uno de los principales factores de éxito de las iniciativas de SPI son los mecanismos de capacitación y entrenamiento, y los mecanismos de reconocimiento y recompensas. Por otra parte, las organizaciones necesitan desarrollar mecanismos de comunicación efectivos. De acuerdo con Moitra (2005), en muchas ocasiones las iniciativas de SPI no ganan impulso y eventualmente fracasan debido a problemas de comunicación. En este sentido, es necesaria una comunicación constante para motivar y comprometer a los empleados, para resaltar periódicamente las historias de

éxito destacadas, para comunicar cuáles roles pueden desempeñar los involucrados, y para informar cómo éstos pueden ayudar en las actividades de SPI.

Proyecto de SPI. El modelo ADOPT-PRM propone que las MIPYME elaboren un proyecto de SPI que incluya una planeación detallada de las actividades de SPI. De acuerdo con Moitra (2005), es necesario administrar las iniciativas de SPI para lograr un conjunto de mejoras dentro de un periodo de tiempo específico, y para obtener una sensación de progreso y logro. De acuerdo con Moitra (2005), muchas de las iniciativas de SPI fallan porque los gerentes no transforman la visión de la iniciativa de SPI en proyectos específicos. En este sentido, la probabilidad de éxito de las iniciativas de SPI aumenta cuando las organizaciones crean planes de acción. Un plan de mejora debe contener varios elementos. De acuerdo con Mathiassen et al. (2005), muchas iniciativas de SPI fallan porque los gerentes no realizan una planeación adecuada de la iniciativa de SPI. Un plan de SPI ayuda a crear una comprensión común de qué se tiene que hacer y porqué se tiene que hacer; sin embargo, un plan no es una panacea. En este sentido, una planeación rigurosa da poco espacio a la improvisación, y decrece la motivación y el compromiso. De acuerdo con Pino, et al. (2009), un plan debe contener una lista priorizada de los procesos que se mejorarán. Además, de acuerdo con Mathiassen et al. (2005), los planes de SPI deben contener métricas que faciliten visualizar el progreso de la iniciativa de SPI en contra de la visión y los planes, y que faciliten evaluar los efectos a largo plazo. Finalmente, el proyecto de SPI debe considerar que las pruebas piloto son un elemento clave para convencer a las personas de utilizar un nuevo proceso (Guo y Seaman, 2008).

A partir de la discusión realizada previamente del modelo, se puede verificar que varios estudios previos identificaron y enfatizaron la importancia de muchos de los aspectos que considera este modelo. Por lo tanto, se puede afirmar que el modelo considera problemas importantes que se presentan comúnmente en las iniciativas de SPI. Finalmente, analizando el modelo ADOPT-PRM desde una perspectiva de cambio organizacional, este modelo tiene características muy similares a las teorías más importantes; sin embargo, a diferencia

de éstas, se enfoca en las características de las MIPYME y las características de la iniciativa de SPI

5.7 Mecanismos de soporte al proceso de adopción

A partir de las características del modelo ADOPT-PRM y de las actividades que proponen se identificaron un conjunto de mecanismos que es necesario desarrollar para apoyar la adopción de los PRM en las MIPYME. Los mecanismos identificados se pueden agrupar en las siguientes categorías:

- **Aspectos organizacionales.** Para realizar un proceso de adopción, las organizaciones requieren contar con un estado estable y propicio para SPI. Como se identificó previamente, las condiciones de las políticas, la estrategia, la cultura, la estructura afectan a la iniciativa de SPI. Debido a lo anterior, es necesario definir cómo evaluar si las condiciones organizacionales son adecuadas para realizar un proceso de adopción de un PRM. Además, es necesario definir cómo desarrollar y habilitar los elementos organizacionales para que apoyen la realización de un proceso de adopción.
- **Aspectos personales y sociales.** Para realizar un proceso de adopción, los empleados deben de estar listos, capacitados y motivados. Como se identificó previamente, los factores como la resistencia al cambio, la motivación y el compromiso tiene un impacto directo en las iniciativas de SPI. Debido a lo anterior, es necesario definir cómo medir la motivación, el compromiso, la resistencia al cambio y el clima de la organización durante la adopción de un PRM. Además, es necesario definir mecanismos para cambiar las emociones, los sentimientos, la cultura, las percepciones, y los comportamientos de los empleados de una forma eficiente. Por otra parte, una iniciativa de SPI demanda que los empleados tengan o adquieran conocimientos ajenos al desarrollo de software (e.g., análisis organizacional y gestión del cambio) y que desarrollen habilidades, actitudes y comportamientos especiales. Por lo tanto, es necesario identificar cuáles habilidades

y conocimientos requieren los empleados para participar exitosamente en una iniciativa de SPI.

- **Herramientas de soporte.** Finalmente, es necesario diseñar mecanismos que faciliten y den soporte para realizar un proceso de adopción y para solucionar los retos mencionados anteriormente. Además, se requieren desarrollar sistemas computacionales que apoyen a las MIPYME a realizar más fácilmente las actividades de un proceso de adopción.

En los siguientes dos capítulos se proponen dos mecanismos de soporte al proceso de adopción de un PRM en las MIPYME. El primer mecanismo propuesto (ver Capítulo 6) consiste en un marco de competencias para los roles del SPI. Este marco especifica las habilidades, los conocimientos y los comportamientos que requieren los empleados para participar en una iniciativa de SPI. El segundo mecanismo propuesto (ver Capítulo 7) es un conjunto de diagramas para apoyar el proceso de enseñanza/aprendizaje de los PRM.

Capítulo 6

Competencias para los roles de SPI

Este capítulo detalla el proceso realizado para identificar y analizar un conjunto de competencias para los involucrados en las iniciativas de SPI. Primero se describen qué son las competencias y su importancia en las iniciativas de SPI. Enseguida, se detalla la metodología utilizada para identificar y analizar los roles de SPI, las áreas de conocimientos requeridas y las competencias de SPI. Posteriormente, se propone un marco de competencias para los roles de SPI y algunos escenarios de aplicación. Finalmente, se describe el proceso de validación del marco de competencias y se discuten los resultados obtenidos.

6.1 Introducción

Una iniciativa de SPI es un proceso de cambio holístico que demanda la ejecución de actividades relacionadas con múltiples áreas de conocimiento y que requiere interacciones técnicas y humanas complejas (Mathiassen et al., 2005; Moitra, 2005; Qin, 2007). Debido a esta situación, para participar exitosamente en una iniciativa de SPI, los empleados necesitan tener o adquirir conocimientos ajenos al desarrollo de software (e.g., análisis organizacional y gestión del cambio) y requieren desarrollar habilidades, actitudes, y comportamientos especiales (e.g., autoevaluación y sensibilidad al cambio) (Ahonen y Sihvonen, 2005; Kaltio y Kinnula, 2000; Qin, 2007). De acuerdo con Boyatzis (1982), se llama *competencias* a la integración de un conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes, comportamientos, y características personales que se relacionan con un desempeño eficiente.

Las competencias de los actores de una iniciativa de SPI tienen una fuerte influencia en el éxito de las iniciativas de SPI; sin embargo, generalmente las organizaciones ignoran algunas de las competencias que requieren sus empleados (Abrahamsson, 2001; Baddoo y Hall, 2002; Chroust, 2002; Rainer y Hall, 2002). La carencia de esta información puede

ocasionar que los roles de SPI se asignen a empleados que no estén bien preparados para afrontar los problemas, los retos y las responsabilidades de su rol, y puede dificultar que las organizaciones capaciten y desarrollen adecuadamente las competencias de sus empleados (Chroust, 2002; Rainer y Hall, 2002). Además, puede generar desmotivación y resistencia al cambio en los actores de SPI (Baddoo y Hall, 2003; Kotter, 1995).

La situación anterior hace evidente que las MIPYME necesitan estrategias de mejora de procesos que consideren proactivamente las competencias de los roles de SPI; sin embargo, existe poca información acerca de estas competencias. Hasta donde el autor del presente documento conoce, ningún estudio previo ha identificado, clasificado e integrado detalladamente las competencias requeridas por los roles de la iniciativa de SPI. En la praxis, describir los roles de la iniciativa de SPI utilizando competencias puede facilitar a las organizaciones llevar actividades de administración del personal (e.g., reclutamiento, asignación de roles, entrenamiento, etc.), y puede ayudar a los empleados a planear su desarrollo profesional y personal (Carroll y McCrackin, 2008). La problemática mencionada anteriormente motivó el estudio de las competencias de los involucrados en las iniciativas de SPI y originó las siguientes preguntas de investigación:

- *¿Cuáles son los roles principales en una iniciativa de SPI en las MIPYME?*
- *¿Cuáles son las competencias requeridas por los roles de la iniciativa de SPI?*

6.2 Revisión de la literatura

A continuación se presenta una revisión literaria sobre competencias laborales y un análisis de los estudios que enfatizan la importancia de las competencias en las iniciativas de SPI. Esta revisión facilita la comprensión de las características de las competencias y de la importancia de desarrollar las habilidades y conocimientos de los actores de SPI.

6.2.1 ¿Qué son las competencias?

Hace algunas décadas, las organizaciones contrataban o promovían a los empleados basándose solamente en su inteligencia cognitiva; sin embargo, esta estrategia era deficiente para predecir el rendimiento laboral (McClelland, 1973). En un estudio pionero,

McClelland (1973) identificó que además del conocimiento o la inteligencia de los empleados, existen características y comportamientos que influyen en su desempeño laboral y que son necesarios para ejecutar eficientemente un trabajo. De acuerdo con McClelland (1973), las competencias comprenden la relación entre las actividades humanas y las tareas de trabajo. En este sentido, las competencias captan habilidades, actitudes, comportamientos, y rasgos personales (e.g., la auto-conciencia, la auto-regulación y las habilidades sociales) que se relacionan con un desempeño eficiente en el trabajo y que van más allá de la capacidad cognitiva (Boyatzis, 1982). A continuación se define cada uno de estos elementos:

- *Auto-concepción.* Es el conjunto de características que conforman la imagen que un sujeto tiene de sí mismo.
- *Motivadores.* Son las cosas que una persona piensa o quiere y que generan acciones. Los motivadores “conducen, dirigen o seleccionan” los comportamientos de los empleados hacia ciertas acciones o metas y los alejan de algunas otras (e.g., auto-desarrollo, integridad, enfoque en el éxito de los clientes, etc.).
- *Rasgos personales.* Son características físicas o respuestas consistentes a situaciones o información (e.g., iniciativa, tolerancia al estrés, confianza, orientación al logro y los objetivos, etc.).
- *Conocimientos.* Es la conciencia y la comprensión de la información, los hechos, las reglas, los principios, las directrices, los conceptos, y las teorías o procesos necesarios para realizar con éxito una tarea. El conocimiento puede ser concreto, específico y fácilmente medible, o puede ser más complejo, abstracto y difícil de evaluar (Lucia y Lepsinger, 1999). El conocimiento se adquiere a través del aprendizaje y la experiencia.
- *Habilidades.* Son las capacidades o destrezas para realizar tareas físicas o mentales con un resultado específico (Marrelli, 1998). Al igual que los conocimientos, las habilidades pueden ir desde tareas muy concretas y fácilmente identificables, tales como la presentación de los documentos en orden alfabético, a las que son menos

tangibles y más abstractas, como administrar un proyecto de mejora de calidad. Algunos ejemplos de habilidades son: comunicación, liderazgo, resolución de problemas, etc.

De acuerdo con Spencer (1993), el conocimiento y las habilidades son características personales “superficiales” que generalmente son visibles. Por el contrario, los motivadores y los rasgos personales están más ocultos, son más complejos y están establecidos y centrados en la personalidad. Debido a lo anterior, evaluar y desarrollar el conocimiento y las habilidades es relativamente más fácil que evaluar y desarrollar los rasgos personales y los motivadores. En general, las competencias son componentes que se reflejan y se pueden observar en los comportamientos de los empleados cuando desempeñan su trabajo (ver Figura 21). Por esta razón, a diferencia de la inteligencia, en el enfoque de competencias se observa a los trabajadores exitosos y eficaces para determinar cómo estos individuos se diferencian de los trabajadores menos exitosos.

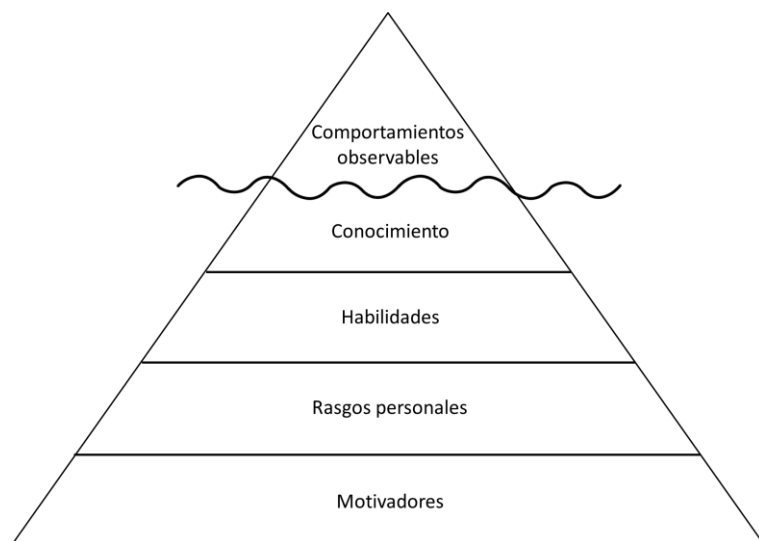


Figura 21. Modelo de competencias (Spencer, 1993).

Las competencias pueden ayudar a las organizaciones a establecer estándares de excelencia, a desarrollar una cultura de aprendizaje, a evaluar el desempeño de su personal, y a planear el desarrollo profesional y personal de sus empleados (Carroll y McCrackin, 2008).

Además, las competencias pueden ayudar a los empleados a adaptarse al cambio debido a que se pueden identificar las competencias que demandarán tareas futuras. Debido a todas estas ventajas, las competencias se han empleado ampliamente en diversas áreas profesionales. Por ejemplo, en ingeniería del software, en educación, en el cambio organizacional, y en el área médica (Argüelles y Gonczi, 2000; Dubois, 1993; Pierce, Pravikoff, y Tanner, 2003; Rivera-Ibarra, Rodríguez-Jacobo, Serrano-Vargas, y Fernández-Zepeda, 2010). De acuerdo con McClelland (1998), las competencias deben poderse evaluar y desarrollar. Para evaluar las competencias existen los siguientes métodos (Vleuten, 1996):

- *Instrumentos escritos.* Son cuestionarios con preguntas abiertas o de opción múltiple.
- *Evaluaciones 360%.* En este método, un grupo de personas (e.g., sus jefes, compañeros y subordinados) evalúan en forma confidencial y anónima a una persona con la que colaboran. En este tipo de evaluación normalmente participan de 4 a 12 personas. Los empleados evaluados usan la realimentación de los resultados para comprender mejor sus fortalezas y debilidades.
- *Entornos de simulación.* Son sistemas controlados que aproximan situaciones reales de trabajo y donde los participantes necesitan demostrar que son competentes para desempeñar las actividades que se les solicite.
- *Evaluaciones en el trabajo.* Son métodos de evaluación en entornos reales de trabajo, donde los empleados deben demostrar que tienen los conocimientos, las habilidades y los comportamientos requeridos en un trabajo.

Cada método de evaluación es apto para evaluar solamente a un cierto tipo de competencias. Por ejemplo, los instrumentos escritos son eficientes para evaluar los conocimientos; sin embargo, tienen deficiencias para evaluar la habilidad para realizar un procedimiento. Las evaluaciones 360% requieren que los empleados hayan trabajado juntos durante un cierto periodo de tiempo. Además, tienen limitaciones para evaluar el conocimiento de los individuos. Por lo tanto, para incrementar la confiabilidad y alcance de

las evaluaciones se recomienda usar una combinación de varios métodos de evaluación. Por otra parte, para desarrollar las competencias existen los siguientes métodos:

- *Autoaprendizaje.* Es un proceso auto dirigido de mejora individual que permite un crecimiento del conocimiento de una persona. En este método, las personas leen libros, reportes técnicos, revistas, páginas web y publicaciones profesionales.
- *Entrenadores.* Consiste en un entrenamiento planificado, guiado, estructurado, estimulado, y monitoreado continuamente para que una persona desarrolle una habilidad específica que le genera problemas.
- *Mentores.* Es una técnica de desarrollo de competencias donde una persona, que es un modelo positivo (el mentor), invierte tiempo, conocimiento y esfuerzo para facilitar y soportar el desarrollo holístico de otra persona (el aprendiz).
- *Simulación.* Es un método donde los participantes desarrollan sus competencias a través de la resolución de problemas y de la experimentación de situaciones del mundo real en forma repetida en un ambiente controlado.
- *Entrenamiento en el trabajo.* Es un proceso que permite a los empleados usar y mejorar sus competencias a través de la experimentación en un entorno real de trabajo.

6.2.2 Competencias en las iniciativas de SPI

Varios investigadores han resaltado la importancia de las competencias en las iniciativas de SPI. Kaltio y Kinnula (2000) argumentan que es necesario considerar las habilidades y la motivación de los empleados durante una iniciativa de SPI. Rainer y Hall (2002), especifican que durante una iniciativa de SPI las organizaciones deben enfocarse tanto en mejorar los procesos como en mejorar las habilidades y los conocimientos de los empleados. Además, ellos consideran que el liderazgo y la experiencia de los empleados influyen en el éxito de la iniciativa de SPI.

Baddoo y Hall (2002, 2003) argumentan que los motivadores y los desmotivadores (e.g., la inexperiencia y la carencia de conocimientos y habilidades) de los empleados afectan los

resultados de las iniciativas de SPI. Chroust (2002) especifica que los factores psicosociales son los que más inhiben el éxito de la iniciativa de SPI y son los más difíciles de superar. Borjesson y Mathiassen (2004) identifican que el éxito de las iniciativas de SPI depende en gran medida del liderazgo y de las habilidades en administración del cambio de los ingenieros de procesos. Ahonen y Sihvonen (2005) especifican que los aspectos educacionales, culturales, sociales, y psicosociales de los empleados tienen un fuerte impacto en las iniciativas de SPI. Qin (2007) considera que para realizar los cambios en los procesos de software se requieren desarrollar habilidades más allá de la experiencia técnica asociada a dichos procesos.

Si bien se han realizado varios estudios que enfatizan la importancia de las competencias en las iniciativas de SPI, actualmente existe una carencia de información acerca de las competencias para los roles de SPI. Hasta donde el autor de este documento tiene conocimiento, ningún estudio previo se ha enfocado en analizar detalladamente las competencias para los actores de SPI. Debido a lo anterior, esta investigación se enfoca en identificar, definir y clasificar detalladamente las competencias de SPI para crear un marco de competencias.

De acuerdo con Lucia y Lepsinger (1999), un *marco de competencias* es un mecanismo para vincular los recursos humanos con la estrategia de la organización; es decir, es una herramienta descriptiva que identifica las habilidades, los conocimientos, las características personales, y los comportamientos necesarios para desempeñar con eficacia un papel en la organización, y que a su vez, ayuden a la organización a cumplir con los objetivos estratégicos organizacionales. En este sentido, el marco de competencias propuesto tiene el objetivo de vincular los recursos humanos con los objetivos de las iniciativas de SPI.

6.3 Metodología

Para elaborar el marco de competencias de SPI se utilizó como base la metodología propuesta por Marrelli et al. (2005). La metodología del estudio se divide en las siguientes cinco etapas: (1) definición de los objetivos, (2) recolección y captura de la información,

(3) identificación de las competencias, (4) integración del marco de competencias, y (5) validación del marco de competencias. A continuación se describen las actividades realizadas en cada etapa.

1.- Definición de los objetivos. En esta etapa se definen en forma clara y precisa los objetivos del marco de competencias. De acuerdo con Marrelli et al. (2005), hay cuatro preguntas esenciales que se deben responder en esta etapa:

- *¿Por qué hay una necesidad de desarrollar un modelo de competencias?* – Es necesario definir cuál problema se resolverá, los beneficios que se lograrán, y las oportunidades que se aprovecharán.
- *¿Cuál es la unidad de análisis?* – Es necesario definir si el marco incluirá un sólo rol, varios roles, los miembros de una profesión, etc.
- *¿Cuál es el marco de tiempo relevante?* – Es necesario definir si el marco de competencias incluirá las competencias actuales, las competencias futuras o una mezcla de ambas.
- *¿Cómo se aplicará el modelo de competencias?* – Es necesario definir en cuáles escenarios se aplicará el marco de competencias, (e.g., selección de empleados, promoción, administración del desempeño, etc.).

Las respuestas de todas estas preguntas se muestran en la Sección 6.1. Una vez definidos los objetivos es necesario identificar las fuentes de información y recolectar los datos.

2.- Recolección y transcripción de la información. Para elaborar un marco de competencias es necesario identificar las responsabilidades y las actividades que deben realizar los actores de SPI, y los conocimientos, las habilidades, y los comportamientos requeridos para realizar dichas actividades. Para obtener esta información, se seleccionaron como fuentes de información a nueve guías de implantación de los PRM para las MIPYME (el Capítulo 3 detalla las guías analizadas) y tres casos de estudio realizados en tres MIPYME que implementaron un PRM (la Sección 2.3 detalla los casos de estudio). Las guías de implantación ofrecen información de las actividades que tienen asignadas los roles

en una iniciativa de SPI. Los casos de estudio ofrecen información práctica de las actividades que realizan los empleados, de sus interacciones, y de los problemas que experimentan durante una iniciativa SPI. Además, ofrecen información de las habilidades, los comportamientos, los conocimientos, y las actitudes requeridas para realizar las actividades definidas en las guías de implantación. Durante los casos de estudio se utilizaron las siguientes técnicas de recolección de datos:

- *Observación-participante.* Se observó a los empleados para identificar las actividades que realizaban, sus interacciones, y los problemas relacionados con la iniciativa de SPI. Además, las observaciones facilitaban seleccionar a los empleados que se debían entrevistar.
- *Entrevistas semi-estructuradas.* Se entrevistaron a los empleados para identificar los conocimientos, las actitudes, las habilidades y los comportamientos que ellos consideraban importantes (aquellas que les ayudaban o las que requerían para realizar exitosamente las actividades) para el rol que desempeñaban y para los roles con los que interactuaban.

Las técnicas de recolección de datos se estuvieron alternando constantemente para clarificar y corroborar la información obtenida, y para explorar nuevas pistas o ideas. Finalmente, se transcribieron las entrevistas y las notas de las observaciones para facilitar su análisis.

3.- Identificación de las competencias. En esta etapa se definieron los roles y se identificaron las competencias específicas requeridas por cada rol. A continuación se describe cada tarea.

- *Definición de los roles.* Durante esta actividad es necesario revisar toda la documentación existente de los roles para adquirir un conocimiento básico de sus responsabilidades y de la educación y experiencia que requieren. Para identificar y definir los roles de SPI se analizaron nueve guías de implantación para las MIPYME. A partir de los roles identificados, se definieron un conjunto de roles de SPI genéricos (la Sección 6.4.1 detalla los roles genéricos). Posteriormente, a partir

de las guías de implantación y de los casos de estudio, se identificaron las responsabilidades y las tareas que tienen asignadas los roles genéricos.

- *Identificación de las competencias.* La identificación de las competencias se realizó directamente después de la definición de los roles. Las competencias se identificaron utilizando un análisis cualitativo de contenido de la información recolectada. El *análisis cualitativo de contenido* es una técnica que permite observar temas y patrones que aparecen repetidamente en los datos, y a partir de éstos, desarrollar conceptos o crear modelos (Hsieh y Shannon, 2005). Esta técnica es útil cuando la teoría o la literatura de un fenómeno es limitada. En esta técnica, el análisis comienza con una lectura repetitiva de todos los datos para alcanzar una inmersión y para obtener una visión global del fenómeno. Posteriormente, los datos se leen palabra por palabra para obtener códigos a partir de palabras del texto que parecen capturar pensamientos o conceptos clave. Conforme este proceso avanza, se van identificando códigos que reflejan más de un pensamiento clave. Posteriormente, los códigos se ordenan en categorías basándose en sus relaciones. Para identificar las competencias, se realizaron las siguientes tareas en forma sistemática, incremental e iterativa:
 1. Por cada actividad y responsabilidad se identificaron los conocimientos, las habilidades, las capacidades, y las características personales requeridas para ejecutarlas (e.g., trabajar bajo presión, elaborar un plan del proyecto de SPI, comunicar los resultados de SPI, documentar un proceso, etc.).
 2. Se agruparon los conocimientos, las habilidades, las capacidades, y las características personales comunes para crear una categoría de competencias. (e.g., trabajo bajo presión, tolerancia al estrés, y mantenerse productivo en situaciones difíciles, se ubicaron en el mismo grupo).
 3. Se descartaron las categorías que tenían pocos elementos y se enfocó el trabajo en las categorías más mencionadas.

4. Se asignó un nombre preliminar a cada categoría. Posteriormente, cada categoría se convirtió en una competencia.
5. Se escribió una definición para cada competencia.
6. Se crearon los niveles de competencias basándose en los roles.
7. Para cada competencia, se especificaron los ejemplos de comportamiento para todos los niveles.

4.- Integración del marco de competencias. En esta etapa se integraron las competencias similares, y se agruparon las competencias afines en categorías y subcategorías.

5.- Evaluación del marco de competencias. En esta etapa se evaluó que las competencias incluidas en el marco de competencias sean las adecuadas para los roles. Las actividades realizadas en esta etapa se describen en la Sección 6.4.4.1.

6.4 Resultados

A continuación se describen los resultados de esta investigación. Primero se identifican y se definen los roles de SPI. Luego, se describen las áreas de conocimiento de las iniciativas de SPI. Posteriormente, se muestra un modelo de las competencias identificadas en la presente investigación. Finalmente, se detalla el marco de competencias de SPI que define los niveles de dominio de las competencias que requieren los roles de SPI.

6.4.1 Roles en las iniciativas de SPI

Un *rol de SPI* es un papel dentro de la iniciativa de SPI que tiene asociado una serie de responsabilidades y actividades de SPI. Por lo general, las organizaciones definen sus roles de SPI basándose principalmente en los roles definidos en la guía de implantación (GI) que están utilizando. Debido a esta situación, en esta investigación se analizaron las GI para identificar los roles que éstas definen y las actividades y responsabilidades que los roles tienen asociadas. La Tabla 22 enlista los roles que incluyen las GI y los nombres que les asignan. A partir de esta información, en esta investigación se definen un conjunto de roles de SPI genéricos (i.e., un conjunto de roles comunes entre las GI). La definición de los

roles genéricos se fundamentó en los roles definidos por Johansen y Pries-Heje (2007). Los roles genéricos se dividieron en dos grupos: roles de SPI externos (experto y evaluador) y roles de SPI internos (patrocinador, miembro del comité directivo, líder de la iniciativa de SPI, miembro del equipo de SPI, dueño de proceso y usuario) Los roles de SPI externos son aquellos que los ejecutan personas ajenas a la organización; por el contrario, los roles de SPI internos son aquellos que los ejecutan personas que pertenecen a la organización. A continuación se definen los roles genéricos de SPI externos e internos.

- **Experto (EX).** Este rol guía y apoya al patrocinador y al líder de la iniciativa de SPI en la realización de las actividades de SPI y en la solución de los problemas que se presenten. Normalmente este rol lo desempeña una persona externa a la organización.
- **Evaluador (EV).** Este rol evalúa y analiza la condición y la madurez de los procesos, e identifica las áreas de mejora. Normalmente este rol lo desempeña una persona externa a la organización.
- **Gerente - patrocinador (PA).** Este rol analiza la organización, alinea la iniciativa de SPI con las necesidades de la organización y suministra todos los recursos.
- **Miembro del comité directivo (MC).** Este rol define, determina el alcance y administra la iniciativa de SPI.
- **Líder de la iniciativa de SPI (LI).** Este rol organiza y ejecuta la iniciativa de SPI dentro del plan establecido por el patrocinador y por el comité directivo. Además, difunde e implementa los cambios en la organización.
- **Miembro del equipo de SPI (ME).** Este rol apoya al líder de la iniciativa de SPI en la ejecución de todas las actividades de SPI planeadas.
- **Dueño de proceso (DP).** Este rol administra la configuración formal de uno o más procesos, modifica los procesos actuales y desarrolla nuevos procesos. Además, se encarga de asegurar la institucionalización de los procesos nuevos o modificados.

- **Usuario (US).** Este rol provee información sobre los procesos y lleva a cabo las actividades de SPI. Este rol lo desempeña cualquier empleado de la organización que participe en los procesos productivos de la organización.

Tabla 22. Roles considerados en las guías de implantación.

#	Roles	Guías de implantación								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Experto	-	-	-	-	-	-	PE	-	-
2	Patrocinador	SM	-	-	SM	SM	-	DC	-	SM
3	Miembro del comité directivo	MSG	-	-	-	-	-	-	-	MIG
4	Líder de la iniciativa de SPI	CH	-	-	SCCB	CH	-	PE	-	RPI
5	Miembro del equipo de SPI	TWG	-	-	WG	-	-	APE	-	PIG
6	Dueño de proceso	SEPG	-	-	SEPG	-	-	-	-	RP
7	Usuario	PR	-	-	-	DE	-	PP	-	-
8	Evaluador	EV	-	-	EV	-	-	-	-	EV
1-IDEAL, 2-TAPISTRY, 3-IMPACT, 4-MESOPYME, 5-PRISMS, 6-OWPL, 7-ASPE-MSC, 8-IFLAP, 9-PmCOMPETISOFT										
CH – Champion		PE – Process Engineer		RPI – Responsible for the Process Improvement						
DC – Director of the Company		PEA – Process Engineer Assistant		SCCB – Software Change Control Board						
DE – Developer		PIG – Process Improvement Group		SEPG – Software Engineering Process Group						
EV – Evaluador		PP – Process Performer		SM – Senior Manager						
Ex – Expert		PR – Practitioner		TWG – Technical Working Groups						
MIG – Management Improvement Group		RP – Responsible for Process		WG – Working Group						

6.4.2 Áreas de conocimiento de las iniciativas de SPI

A pesar de sus diferencias, las actividades que definen las GI se relacionan en forma implícita o explícita a un conjunto común de áreas de conocimiento. A partir de un análisis de las actividades de las GI se identificaron ocho áreas de conocimiento comunes. La Tabla 23 muestra las áreas de conocimiento que requieren las GI. A continuación se describen detalladamente cada una de estas áreas.

1. *Análisis organizacional.* Son los conocimientos necesarios para identificar y evaluar la situación, las fortalezas, las debilidades y las necesidades de la organización. Además, son aquellos que se requieren para identificar los riesgos potenciales de la iniciativa de SPI debido a las características y la situación de la organización.
2. *Administración del cambio organizacional.* Son los conocimientos necesarios para implementar los cambios personales, sociales y organizacionales requeridos por la iniciativa de SPI; para mitigar y controlar la resistencia al cambio; para motivar y

comprometer a los empleados y gerentes; y para incrementar la integración y colaboración de los empleados.

3. *Gestión de procesos.* Son los conocimientos necesarios para definir, analizar, modelar, y difundir los procesos de la organización; para evaluar la madurez de los procesos; para identificar las fortalezas y debilidades de los procesos; y para definir y utilizar métricas de procesos.
4. *Mejora de procesos.* Son los conocimientos requeridos para diseñar el proceso de transición del estado actual de los procesos al estado deseado. Esto incluye el conocimiento para mantener la configuración de los procesos, para mejorar los procesos actuales, para elaborar nuevos procesos, para el diseño y la ejecución de pruebas piloto, y para establecer e institucionalizar los procesos nuevos o mejorados en la organización.
5. *Metodologías, modelos y guías de SPI.* Son los conocimientos relacionados con las características, las ventajas, las desventajas, las restricciones, los conceptos, los términos, y las definiciones básicas de los PRM, y de las guías y metodologías de SPI. Esto incluye los conocimientos específicos del PRM y la GI que adoptará la organización (e.g., la estructura, las etapas, los roles, los procesos, las actividades, las salidas, los resultados y beneficios, los requerimientos iniciales etc.).
6. *Administración de proyectos de SPI.* Son los conocimientos necesarios para planear a alto nivel la iniciativa de SPI, para definir las metas y los principios de la iniciativa de SPI, y para alinear los anteriores con las metas y necesidades del negocio. Además, incluye los conocimientos requeridos para planificar, organizar, dirigir y controlar la iniciativa de SPI, para analizar los resultados de las mejoras y las lecciones aprendidas, y para definir las políticas y las metas y para integrar el equipo de SPI.
7. *Administración del conocimiento.* Son los conocimientos necesarios para administrar y comunicar la información, los documentos y las experiencias de SPI.

8. *Herramientas y sistemas de soporte para SPI*. Son los conocimientos necesarios para utilizar y adaptar las herramientas y los sistemas de soporte de la iniciativa de SPI (e.g., guías electrónicas de procesos, sistemas de evaluación de procesos, sistemas de administración de proyectos, etc.).

Tabla 23. Análisis de las áreas de conocimientos de las guías de implantación.

Área de conocimiento	Guías de implantación								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Análisis organizacional									
Definición de las metas y necesidades del negocio	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	-
Análisis de la situación actual de la organización	✓	✓	-	-	-	-	✓	-	-
2. Administración del cambio organizacional									
Motivación y compromiso de los empleados y/o los gerentes	✓	-	-	✓	-	-	✓	✓	-
3. Gestión de procesos									
Análisis de los procesos	✓	-	✓	-	✓	-	✓	✓	✓
Modelado de los procesos	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	-
Evaluación del estado y la madurez de procesos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Análisis de los resultados de la evaluación	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Métricas de procesos	✓	-	✓	✓	✓	-	✓	-	✓
4. Mejora de procesos									
Identificación de las áreas de mejora	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Mejora de procesos o elaboración de los nuevos procesos	✓	-	✓	✓	-	-	✓	-	✓
Gestión de la configuración del proceso	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓
Realizar pruebas pilotos con los nuevos procesos	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	✓
Institucionalización de los procesos nuevos o mejorados	✓	-	-	✓	✓	-	✓	-	✓
5. Metodologías, modelos y guías de SPI									
Estructura y proceso del PRM	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓
Guías y metodologías de SPI	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6. Administración de proyectos de SPI									
Definición de metas y principios de la iniciativa de SPI	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
Alineación de las metas de SPI con las metas del negocio	✓	✓	-	-	✓	-	✓	✓	✓
Plan de alto nivel de la iniciativa de SPI	✓	-	-	-	-	-	✓	-	✓
Priorización de áreas de mejora	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓
Estimación de presupuestos para las mejoras	✓	✓	-	-	-	-	-	✓	✓
Estimación de tiempos para las mejoras	✓	✓	-	-	-	-	-	✓	✓
Elaboración del plan de la iniciativa de SPI	✓	✓	-	✓	✓	-	✓	✓	✓
Definición de acciones de mejora	✓	✓	-	-	-	-	✓	✓	✓
Análisis post-mortem del ciclo de mejora	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓
Elaboración de la infraestructura para la iniciativa de SPI	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	-
Formación de equipos de trabajo	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-
7. Administración del conocimiento									
Administración del conocimiento	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	✓
8. Herramientas y sistemas de soporte para SPI									
Utilización de herramientas para evaluar los procesos	-	✓	-	-	✓	-	-	-	-
Elaboración de guías electrónicas de procesos	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-

6.4.3 Modelo de competencias de SPI

Basados en los resultados de este estudio, se elaboró un modelo descriptivo que ilustra la relación de los roles y las competencias (ver Figura 22). Los roles internos y externos se especifican en dos rectángulos grises ubicados en la parte izquierda del modelo. Los miembros de la organización puede desempeñar uno de los siguientes seis roles de SPI internos: patrocinador, miembro del comité directivo, líder de SPI, miembro del equipo de SPI, dueño de proceso y usuario. Además, dentro de las iniciativas existen los siguientes dos roles de SPI externos: el experto y el evaluador.

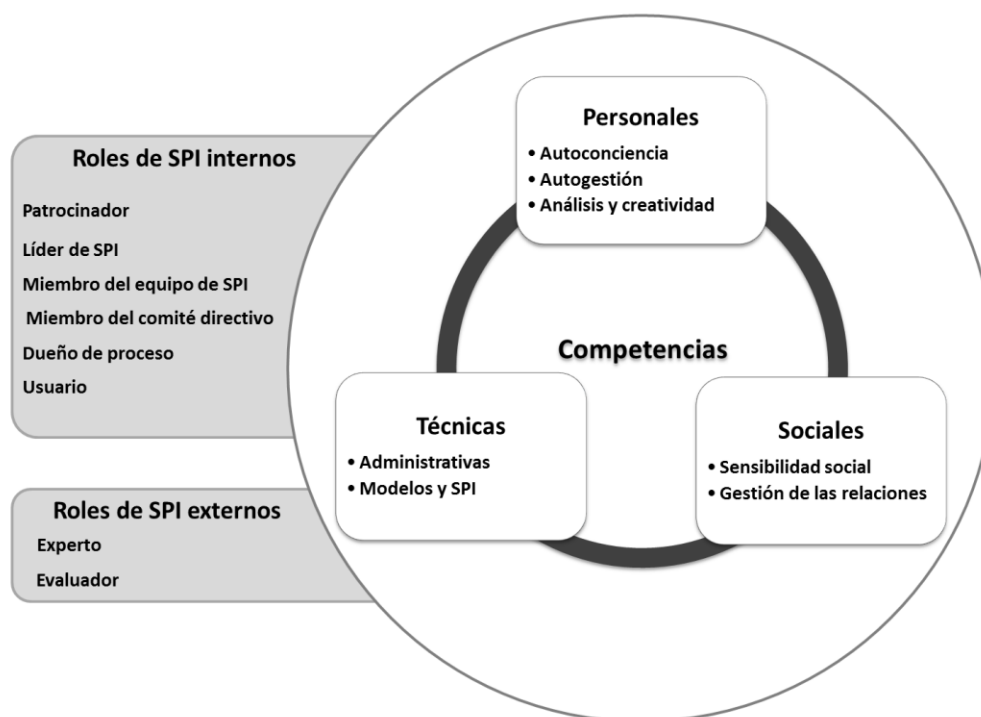


Figura 22. Modelo de competencias para los roles de SPI.

En esta investigación se identificó un conjunto de 28 competencias comunes entre los roles de SPI. Las competencias identificadas se clasificaron en dos niveles jerárquicos basándose en su origen. El primer nivel divide las competencias en los siguientes tres categorías principales: personales, sociales y técnicas. Las competencias personales se relacionan con la autoconciencia y la autogestión. Las competencias sociales se relacionan con la

sensibilidad social y con la gestión de las relaciones. Finalmente, las competencias técnicas se relacionan con los conocimientos de administración, y de los modelos, las guías, y las metodologías de SPI. Además, las categorías principales se dividen en subcategorías. En el modelo, las competencias que requieren los roles de SPI se especifican dentro de un círculo blanco que contiene tres rectángulos. Cada rectángulo representa una categoría de competencias y dentro de él se especifican sus subcategorías. Además, el modelo muestra las interrelaciones de las competencias. Por ejemplo, las competencias personales pueden tener influencia en las competencias sociales y técnicas, y viceversa. La Tabla 24 muestra las subcategorías que contiene cada categoría principal y el número de competencias que incluyen. A continuación se describen las categorías y las subcategorías.

Tabla 24. Clasificación de las competencias identificadas.

Categorías	Sub-categorías	# de competencias
Personales	Autoconciencia	3
	Autogestión	7
	Análisis y creación	2
Sociales	Sensibilidad social	3
	Gestión de las relaciones	6
Técnicas	Administrativas	4
	Modelos, guías y metodologías de SPI	3
Total		28

6.4.3.1 Competencias personales

Las *competencias personales* son los conocimientos, las habilidades, las capacidades y las características personales que permiten a los involucrados de la iniciativa de SPI reconocer sus emociones y saber cómo éstas los afectan, conocer sus virtudes y sus deficiencias, y evaluar sus conocimientos y capacidades. Además, ayudan a los empleados a actuar y reaccionar apropiadamente a las exigencias y problemas que se presentan en la iniciativa de SPI. Las competencias personales se dividen en las siguientes subcategorías:

- *Autoconciencia.* Estas competencias ayudan a los empleados a identificar sus necesidades de desarrollo personal y profesional. Durante una iniciativa de SPI, los empleados deben analizarse profesional y personalmente, concientizarse de sus acciones y comportamientos, evaluar los cambios y las mejoras personales y

profesionales potenciales, y establecer metas personales y profesionales claras. Algunas competencias incluidas en esta subcategoría son el autoconocimiento emocional y la autoevaluación.

- *Autogestión.* Estas competencias ayudan a los empleados a cumplir con sus responsabilidades de SPI de forma autónoma, a controlar sus emociones, y a desarrollarse en un proceso de aprendizaje continuo. Además, les ayudan a realizar los cambios profesionales y personales requeridos por la iniciativa de SPI de una manera rápida y oportuna. Algunas competencias incluidas en esta subcategoría son flexibilidad, autocontrol, aprendizaje continuo, ética e integridad, etc.
- *Análisis y creación.* Estas competencias ayudan a los empleados a participar activamente en las iniciativas de SPI cuestionando los enfoques de SPI, explorando alternativas, analizando y enlazando información para comprender y resolver los problemas relacionados con la iniciativa SPI, y estimulando nuevas ideas e innovaciones en la iniciativa de SPI. Las competencias incluidas en esta subcategoría son pensamiento analítico y creatividad e innovación.

6.4.3.2 Competencias sociales

Las *competencias sociales* son los conocimientos, las habilidades, las capacidades y las características personales que permiten a los involucrados de la iniciativa de SPI considerar y respetar apropiadamente las necesidades y sentimientos de las personas; comunicar adecuadamente sus ideas y escuchar a los demás; interactuar, colaborar y trabajar en equipo con otras personas, manejar sus relaciones interpersonales; y desarrollar y potenciar a los demás. Las competencias sociales se dividen en las siguientes subcategorías:

- *Sensibilidad social.* Estas competencias ayudan a los empleados a apreciar los valores, las creencias, las culturas, y las historias de los demás. Además, ayudan a crear un entorno donde los empleados se sienten bienvenidos e incluidos, y donde pueden desarrollarse. Algunos ejemplos de estas competencias son la comunicación, la sensibilidad social y la sensibilidad organizacional.

- *Gestión de las relaciones.* Estas competencias ayudan a los empleados a iniciar, a fortalecer, y a mejorar las relaciones personales con sus amigos, colegas, equipos de trabajo y clientes. Estas competencias permiten que los empleados nivelen sus metas e intereses personales con los de su organización, que apoyen a los demás, que solucionen conflictos personales entre los empleados, y que compartan el liderazgo y el éxito. Algunas competencias de esta subcategoría son la gestión del conflicto, el trabajo en equipo y la colaboración, la negociación e influencia, etc.

6.4.3.3 Competencias técnicas

Las competencias técnicas permiten a los involucrados en la iniciativa de SPI realizar sus actividades de SPI, elaborar productos, crear opiniones, tomar decisiones, y realizar acciones informadas y responsables. Los involucrados en las iniciativas de SPI requieren estar familiarizados con los conocimientos, las teorías, y las metodologías requeridas por la iniciativa de SPI. Las competencias técnicas se dividen en las siguientes subcategorías:

- *Administrativas.* Estas competencias ayudan a los empleados a identificar y comprender las fortalezas y las debilidades y a identificar las áreas de mejora de la organización y de los procesos. Además, ayudan a planear, organizar y controlar los cambios organizacionales requeridos por la iniciativa de SPI. Algunas de las competencias incluidas en esta categoría son: análisis organizacional, administración del cambio organizacional y la gestión de los procesos.
- *Modelos, guías y metodologías de SPI.* Estas competencias ayudan a los empleados a identificar, evaluar y adaptar los principales modelos, guías, metodologías y herramientas de soporte a la iniciativa de SPI. Además, ayudan a administrar el proyecto de mejora y el conocimiento que se genera durante este tipo de iniciativas.

6.4.4 Marco de competencias

En esta investigación se propone un marco de competencias que integra las 28 competencias identificadas en esta investigación con los roles de SPI y que especifica el nivel de dominio de las competencias requerido por cada rol. La Tabla 25 muestra el marco

de competencias propuesto. La primera columna de la derecha de la tabla enlista las competencias de SPI. Las columnas de la 2 a la 9 representan un rol de SPI (e.g., EX significa experto, ver Sección 6.4.1). El número en la intersección de un renglón i y la columna j representa el nivel de dominio recomendado de la competencia i para el rol j . Los niveles de dominio usan una escala de 1 a 5 y son incrementales; esto significa que una persona con un cierto nivel tiene que dominar los niveles previos. Cada competencia del marco propuesto tiene asociada una tabla descriptiva que contiene el nombre de la competencia, su descripción, los nombres de los 5 niveles de dominio, y los comportamientos asociados a cada nivel. Debido a restricciones de espacio, las tablas descriptivas de las competencias se ubican en el Apéndice 3.

A continuación, a modo de ejemplo, se describe la interpretación de la competencia *sensibilización emocional* que pertenece a la categoría de competencias personales y a la subcategoría autoconciencia (ver el tercer renglón de la Tabla 25). Para ver los nombres de los niveles y los comportamientos específicos de cada nivel consultar la Tabla 26.

- El usuario (US) requiere un nivel 1; esto significa que debe conocer sus emociones.
- El dueño de procesos (DP) requiere un nivel 2, esto significa que además de conocer sus emociones debe identificar el origen de sus emociones.
- Los miembros del equipo de SPI (ME) requieren un nivel 3; esto significa que además de los comportamientos de los niveles inferiores, requieren entender el impacto de las emociones en los demás.
- El líder (LI) y el experto (EX) requieren un nivel 4; esto significa que además de los comportamientos de los niveles inferiores, requieren utilizar sus emociones estratégicamente.
- Finalmente, el patrocinador (PA) y los miembros del comité directivo (MC) requieren un nivel 5, esto significa que además de los comportamientos de los niveles inferiores, requieren fomentar la conciencia emocional entre los empleados y los involucrados la iniciativa de SPI.

Tabla 25. Marco de competencias de SPI.

Competencias	Roles (ver Sección 6.4.1)							
	EX	PA	MC	LI	ME	DP	EV	US
1. Personal								
1.1 Autoconciencia								
1. Sensibilización emocional	4	5	5	4	3	2	2	1
2. Autoevaluación	4	5	5	4	3	2	2	1
3. Autoconfianza	4	5	5	4	3	2	2	1
1.2 Autogestión								
1. Autocontrol emocional	4	5	5	4	3	2	2	1
2. Orientación a los logros y los resultados	4	5	5	4	3	2	2	1
3. Autodesarrollo y aprendizaje continuo	4	5	5	4	3	2	2	1
4. Ética e integridad	4	5	5	4	3	2	2	1
5. Responsabilidad	4	5	5	4	3	2	2	1
6. Iniciativa	4	5	5	4	3	2	2	1
7. Flexibilidad	4	5	5	4	3	2	2	1
1.3 Análisis y creación								
1. Pensamiento analítico	4	5	5	4	3	2	2	1
2. Creatividad e innovación	4	5	5	4	3	2	2	1
2. Social								
2.1 Sensibilidad social								
1. Comunicación	4	5	5	4	3	2	2	1
2. Sensibilidad organizacional	4	5	5	4	3	2	2	1
3. Sensibilidad social	4	5	5	4	3	2	2	1
2.2 Gestión de las relaciones								
1. Gestión del conflicto	4	5	5	4	3	2	2	1
2. Desarrollar y potenciar a los demás	4	5	5	4	3	2	2	1
3. Adoptar y apoyar el cambio	4	5	5	4	3	2	2	1
4. Negociación e influencia	4	5	5	4	3	2	2	1
5. Creación de redes	4	5	5	4	3	2	2	1
6. Trabajo en equipo y colaboración	4	5	5	4	3	2	2	1
3. Técnicas								
3.1 Administrativa								
1. Análisis organizacional	4	5	5	4	3	2	2	1
2. Administración del conocimiento	4	5	5	4	3	2	2	1
3. Administración del cambio organizacional	4	5	5	4	3	2	2	1
4. Gestión de procesos	4	5	5	4	3	2	2	1
3.3 Modelos y SPI								
1. Administración de proyectos de SPI	4	5	5	4	3	2	2	1
2. Metodologías, modelos y guías de SPI	4	5	5	4	3	2	2	1
3. Herramientas, sistemas y tecnologías para SPI	4	5	5	4	3	2	2	1

Tabla 26. Definición de la competencia sensibilización emocional.

Conciencia emocional	
Identifica y comprende sus emociones, analiza los factores y situaciones que las desencadenan, y evalúa el impacto de éstas en su comportamiento y en el comportamiento de los empleados y los actores de SPI	
Nivel 1 Conoce sus emociones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Admite abiertamente cuando ha sido ofendido por un actor de SPI ▪ Admite sus prejuicios relacionados con la iniciativa de SPI ▪ Conoce, identifica y admite los sentimientos que experimenta en la iniciativa de SPI ▪ Identifica y admite sus sentimientos en relación con sus compañeros y los actores de SPI
Nivel 2 Identifica el origen de sus emociones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analiza cómo sus emociones impactan en su comportamiento en la iniciativa de SPI ▪ Identifica y acepta que sus valores, creencias y sentimientos moldean su comportamiento ▪ Identifica los factores y situaciones que desencadenan sus emociones en la iniciativa de SPI ▪ Identifica las causas de sus sentimientos y comportamientos en relación con los actores de SPI
Nivel 3 Identifica el impacto de las emociones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Considera sus emociones cuando realiza sus actividades de SPI ▪ Entiende el impacto de los sentimientos en el desempeño de los actores de SPI ▪ Identifica deficiencias emocionales y de sensibilización en los actores de SPI ▪ Identifica las emociones en el lenguaje corporal, en las expresiones faciales y en el tono de voz ▪ Entiende y considera el impacto que tiene su comportamiento en los actores de SPI
Nivel 4 Utiliza las emociones estratégicamente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comparte sus valores y creencias abiertamente en un esfuerzo para guiar a los actores de SPI ▪ Identifica y comprende los factores que generan estrés y ansiedad en los actores de SPI ▪ Prevé y comprende las emociones que generará la iniciativa de SPI en los empleados ▪ Toma en cuenta las emociones de los demás cuando realiza sus actividades de SPI ▪ Utiliza sus emociones para facilitar la realización de las actividades de la iniciativa de SPI
Nivel 5 Fomenta la conciencia emocional	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Crea estructuras de apoyo para manejar los niveles de estrés de manera proactiva ▪ Desarrolla un ambiente que nutre la conciencia emocional en los actores de SPI ▪ Desarrolla y lleva a cabo los planes de desarrollo de la sensibilización y la conciencia emocional ▪ Es un modelo de comportamiento y conciencia emocional para los actores de SPI

6.4.4.1 Escenarios de aplicación del marco de competencias de SPI

El marco de competencias se puede usar en los siguientes escenarios:

1. **Diseño del perfil de los roles.** Las organizaciones pueden diseñar sus roles de SPI de acuerdo a sus características e intereses. Las organizaciones deben seleccionar los roles que considerarán en su iniciativa de SPI, deben priorizar las competencias que se evaluarán y desarrollarán, y deben seleccionar los comportamientos que se incluirán dentro de cada competencia.
2. **Asignación de los roles.** Las organizaciones, a través de una evaluación de las competencias de sus empleados, pueden seleccionar a los empleados más adecuados para los roles previamente definidos.

3. **Reclutamiento.** En este escenario, una organización requiere contratar nuevos empleados. Las organizaciones identifican a los mejores candidatos usando la autoevaluación de las competencias y considerando los perfiles de los roles.
4. **Entrenamiento y capacitación.** En este escenario, la organización elabora o ajusta sus planes de capacitación para desarrollar las competencias definidas en los perfiles de los roles. El orden para desarrollar las competencias en los empleados depende del rol que desempeña y de los resultados obtenidos en la evaluación de sus competencias. Sin embargo, se recomienda que los empleados desarrollen primero las competencias personales y sociales, y posteriormente, desarrollen las competencias técnicas. Esto se debe a los empleados primero deben comportarse, actuar, reaccionar, y colaborar adecuadamente, y posteriormente deben realizar efectivamente sus actividades.
5. **Planes de sucesión.** En este escenario, la organización, basándose en los perfiles de los roles, puede preparar a algunos empleados para reemplazar a los empleados que actualmente desempeñan un rol en la iniciativa.
6. **Compensaciones.** En este escenario, la organización, basándose en los perfiles de los roles, puede dar un incentivo económico o moral a las personas que tienen las mejores competencias de acuerdo a su rol.
7. **Administración personal del desempeño.** En este escenario, los empleados basándose en el perfil de los roles, definen un plan para desarrollar su potencial y corregir sus deficiencias. Esto ayuda a los empleados a preservar sus empleos y a prepararse para obtener una promoción en caso de que aspiren a ocupar otro rol.

6.4.4.2 Evaluación del marco de competencias

El marco de competencias se evaluó cualitativamente a través de entrevistas semi-estructuradas. Durante esta actividad participaron cinco consultores de mejora de procesos que tienen, en promedio, ocho años de experiencia en mejora de procesos de software y diez participaciones en implantaciones de CMMI o MoProSoft. Las entrevistas tuvieron los

siguientes dos objetivos: (1) identificar si los expertos son conscientes de las competencias que requieren los empleados en una iniciativa de SPI; y (2) evaluar si las competencias que contiene el marco de competencias son apropiadas para las iniciativas de SPI. Las preguntas de la entrevistas fueron revisadas para asegurarse de que fueran claras y entendibles, y para evitar que las preguntas indujeran las respuestas. Las entrevistas se dividieron en dos partes: en la primera parte, se recolectó información acerca de los factores humanos que ellos consideran afectan las iniciativas de SPI y la influencia de los conocimientos, las habilidades y los comportamientos en las iniciativas de SPI. Durante esta parte de la entrevista, no se mencionó ningún detalle del marco de competencias desarrollado.

Los entrevistados reconocieron que las personas son el recurso más importante de la organización y que es necesario capacitarlos para que la iniciativa de SPI sea exitosa. En general, los entrevistados argumentaron que si los empleados involucrados en las iniciativas de SPI carecen de los conocimientos, las habilidades, las actitudes y los comportamientos adecuados, las iniciativas de SPI pueden volverse una actividad muy costosa, difícil y poco exitosa. En general, los entrevistados no usan el término competencias; sin embargo, si hacen referencia a los elementos que las conforman (e.g., “tienen las habilidades básicas”, “es necesario tener un conocimiento especial”, etc.).

En la segunda parte de la entrevista, se presentó el marco propuesto a los entrevistados. Posteriormente, se recolectó su opinión acerca del marco de competencias, de las competencias que incluía, y de su aplicación en las organizaciones de desarrollo de software. Los entrevistados mencionaron que es útil que el marco de competencias especifique las competencias que requieren los involucrados en las iniciativas de SPI. Especialmente porque los PRM no especifican explícitamente esta información. Finalmente, argumentaron que el marco de competencias puede ayudar en el diseño de estrategias de capacitación durante la iniciativa de SPI.

Los entrevistados son conscientes de algunas de las competencias incluidas en el marco de competencias. Ellos principalmente identificaron las competencias técnicas y algunas

competencias sociales y personales; sin embargo, ellos sugirieron que todas las categorías de las competencias son importantes. Además, los entrevistados enfatizaron que las competencias personales y sociales son fundamentales para desarrollar las otras competencias. Además, ellos argumentaron que las organizaciones y los profesionistas raramente tratan de desarrollar las competencias sociales y personales. Finalmente, los entrevistados argumentaron que los empleados poseen un gran número de habilidades comunes, pero no necesariamente con el mismo nivel. Estos comentarios dan soporte a los niveles especificados en el marco de competencias. Finalmente, los entrevistados estuvieron de acuerdo que el marco de competencias se podría utilizar con la mayoría de los PRM (e.g., CMM, MoProSoft, PSP, TSP, ISO-15504, etc.).

6.5 Resumen y discusión

En este capítulo se presentó un modelo que detalla las competencias que requieren los roles de las iniciativas de SPI en las MIPYME. Este modelo surge a partir del análisis de la información de tres casos de estudio realizado en tres MIPYME que implantaron un PRM. Este modelo incluye 28 competencias para 8 roles. El modelo agrupa las competencias en tres categorías principales: personales, sociales y técnicas. Además, divide cada una de estas categorías principales en subcategorías. También, se presentó un marco de competencias para los roles de SPI. El marco de competencias detalla los niveles de las competencias, los comportamientos asociados a cada nivel, y el nivel de dominio requerido por cada rol en cada competencia.

Parte de la información contenida en el presente capítulo se publicó en (Espinosa-Curiel, Rodríguez-Jacobo, y Fernández-Zepeda, 2011) .

6.5.1 Limitaciones del estudio

Existen algunas limitaciones en el presente estudio. En esta investigación se tiene confianza de que se ha identificado un extenso grupo de competencias y comportamientos de SPI tanto a nivel personal, social y técnico para todos los roles de SPI; sin embargo, es posible que puedan existir algunas competencias y comportamientos que no fueron identificadas.

Como se mencionó anteriormente, el presente estudio se enfocó en identificar las principales competencias comunes entre los roles de SPI; por lo tanto, puede haber competencias específicas para algunos roles que no fueron consideradas. Por otra parte, en este estudio se consideran igual de importantes todas las competencias; sin embargo, es posible que para los actores de SPI algunas competencias sean más importantes o prioritarias que otras. Otra limitación del marco de competencias es que éste está relacionado con la adquisición de habilidades y conocimientos y no con el desempeño efectivo; es decir, el marco se enfoca solamente en los conocimientos y habilidades que deben tener los actores de SPI y no en cómo éstos los aplican en sus actividades diarias. Finalmente, es necesario realizar una evaluación más detallada para determinar el nivel de importancia de las competencias y comportamientos que contiene el marco propuesto. Además, durante esta evaluación es necesario identificar si existen algunas competencias o comportamientos que no fueron considerados.

6.5.2 Implicaciones en las investigaciones de SPI

El modelo de competencias presentado en este capítulo sugiere que las personas involucradas en las iniciativas de SPI requieren tener un conjunto de competencias a nivel personal, social y técnico para participar exitosamente en una iniciativa de SPI. Estos resultados tienen varias implicaciones en la investigación de SPI en las MIPYME. En este sentido es necesario identificar cuáles competencias y comportamientos son más relevantes para cada rol de SPI. Por otra parte, es necesario identificar las brechas en el dominio de las competencias en los diversos roles de SPI. Por ejemplo, identificar si los roles de SPI presentan mayores deficiencias en las competencias sociales y personales que en las competencias técnicas, o identificar si los roles de SPI de niveles gerenciales tiene un mayor dominio de un grupo particular de competencias. Finalmente, es necesario evaluar el impacto que tienen las competencias en la continuidad y sustentabilidad de las iniciativas de SPI.

6.5.3 Implicaciones en las prácticas de SPI en las MIPYME

Los resultados de esta investigación tienen algunas implicaciones para las prácticas de SPI en las MIPYME. El modelo de competencias puede ayudar a los profesionales de SPI a entender los roles de SPI y las competencias que éstos requieren durante una iniciativa de SPI. Por otra parte, el marco de competencias puede ayudar a los consultores, los gerentes, y los líderes de SPI a realizar actividades de administración del personal (e.g., reclutamiento, asignación de roles, entrenamiento, etc.) y a evaluar si los empleados se encuentran listos para participar en la iniciativa de SPI. Finalmente, el marco de competencias puede ayudar a los empleados a planear su desarrollo profesional y personal durante una iniciativa de SPI.

En el capítulo siguiente se proponen un mecanismo para apoyar el proceso de enseñanza/aprendizaje de los PRM. El mecanismo propuesto consiste en un marco de competencias para los roles del SPI. Este marco especifica las habilidades, los conocimientos y los comportamientos que requieren los empleados para participar en una iniciativa de SPI.

Capítulo 7

Los Dimod

La capacitación de los empleados es una de las actividades principales que realizan las organizaciones durante la adopción un PRM. En el modelo de adopción propuesto, esta actividad se encuentra en la etapa de inicio (ver Sección 5.5.3.3). Para facilitar esta actividad, Espinosa-Curiel (2008) propuso una herramienta gráfica, llamada Dimod, que tiene el objetivo de apoyar el proceso de enseñanza/aprendizaje de los modelos de referencia de procesos de software. A partir de una evaluación, Espinosa-Curiel (2008) identificó que los Dimod requerían mejoras significativas en sus componentes y que era necesario evaluar a profundidad sus beneficios. Este capítulo describe las mejoras realizadas a los Dimod, propone un procedimiento genérico para elaborar los Dimod, y detalla la evaluación realizada y los resultados obtenidos.

7.1 Introducción

La capacitación de los empleados es una de las actividades principales que realizan las organizaciones durante la adopción un PRM. Durante esta actividad, los empleados involucrados en el proceso de adopción aprenden o enseñan la estructura del PRM y las cuatro perspectivas de sus procesos: perspectiva funcional (qué), perspectiva de comportamiento (cuándo y cómo), perspectiva organizacional (dónde y quién), y la perspectiva de información (datos).

Tradicionalmente, los PRM se han descrito utilizando la narrativa; sin embargo, esta técnica tiene serias limitaciones para representar procesos. Según García-Mireles (2003), la narrativa sufre de ambigüedades inherentes al lenguaje, puede ser semánticamente confusa, crece considerablemente cuando se requiere profundizar una explicación, y frecuentemente obliga a leer información innecesaria. Según Buzan (1996), la narrativa dificulta al cerebro establecer asociaciones, restringe la memorización y la creatividad. Además, excluye la capacidad del cerebro para captar el color, la dimensión, la síntesis, el ritmo, y la imagen.

Para limitar el problema anterior, se han elaborado diagramas UML para algunos PRM (Unified Modeling Language); sin embargo, muchos de los involucrados en la adopción de un PRM desconocen este tipo de diagramas, sus símbolos, y las reglas para elaborarlos (e.g., los gerentes, los administradores, técnicos, etc.). Además, estos diagramas tienen limitaciones para representar conjuntamente la estructura de los PRM y las cuatro perspectivas de los procesos.

Para estudiar esta problemática, Espinosa-Curiel (2008, p. 114) realizó un caso de estudio durante un seminario del modelo MoProSoft. Durante el caso de estudio se utilizaron métodos cualitativos y cuantitativos para capturar y analizar información relacionada con el proceso de enseñanza/aprendizaje de un PRM. A partir de la información obtenida, se identificaron las siguientes cuatro categorías de problemas en la enseñanza/aprendizaje de MoProSoft:

1. *Descripción y presentación de la información.* Problemas relacionados con la explicación de las características de los procesos, con la presentación de la información del modelo y de los procesos, y con el énfasis de la información relevante. Además, problemas relacionados con la calidad y cantidad de sus gráficas.
2. *Organización de la información.* Problemas relacionados con la disposición de la información, con la agrupación de los procesos y sus elementos, y con el énfasis de los niveles de madurez de las actividades y los productos. Además, los problemas relacionados con la búsqueda de información.
3. *Identificación de elementos y de asociaciones.* Problemas relacionados con la identificación de las actividades, tareas, productos y roles, y con la identificación de las asociaciones y dependencia entre estos elementos.
4. *Características pedagógicas.* Problemas relacionados con la cantidad de actividades y el esfuerzo requerido para enseñar o aprender el PRM.

A partir de la problemática descrita previamente, Espinosa-Curiel (2008) elaboró una herramienta de soporte al proceso de enseñanza/aprendizaje de un PRM, llamada Dimod (**Diagrama de modelado**). Los dimod se fundamentan en las siguientes cuatro técnicas visuales:

1. Mapas mentales (Buzan, 1996).
2. Gráficas ricas (Checkland, 1990).
3. Diagramas RAD (Role Activity Diagrams) (Ould, 1995).
4. Diagramas IDEF (Menzel y Mayer, 2006).

Para representar la información de los PRM a diferentes niveles de detalle, Espinosa-Curiel (2008) propuso tres tipos de Dimod:

- El *Dimod de primer nivel* que provee una visión global de la estructura del PRM.
- El *Dimod de segundo nivel* que detalla los elementos de los procesos de un PRM.
- El *Dimod de tercer nivel* que detalla los elementos de las actividades de los procesos de un PRM.

Para evaluar la utilidad de los Dimod, Espinosa-Curiel (2008) elaboró una versión de los Dimod para el PRM MoProSoft (de aquí en adelante se hace referencia a ella como los Dimod MoProSoft). Dicha versión incluye los siguientes diagramas: un Dimod de primer nivel, nueve Dimod de segundo nivel, y 32 Dimod de tercer nivel. Durante la evaluación, Espinosa-Curiel (2008) comparó la versión de los Dimod MoProSoft contra la versión escrita del modelo MoProSoft (de aquí en adelante se hace referencia a ella como el manual de MoProSoft). A partir de la evaluación, se identificó que los Dimod tenían varias ventajas sobre la narrativa; sin embargo, era necesario mejorarlos en las siguientes áreas: estandarizar su estructura y su diseño, definir sus propiedades, perfeccionarlos visualmente, y definir un procedimiento para que las compañías modelen sus propios Dimod. Además, era necesario elaborar un nuevo tipo de Dimod para visualizar las actividades de los roles. Finalmente, identificó la necesidad de realizar una evaluación estadística para determinar si

existe una diferencia significativa entre los resultados de los Dimod MoProSoft y del manual de MoProSoft.

7.2 Actividades realizadas en esta investigación

Durante el presente trabajo de investigación, se realizaron las siguientes actividades para mejorar a los Dimod:

- *Diseño de los Dimod de rol.* Se diseñó este nuevo tipo de Dimod para visualizar en forma resumida las actividades que realiza un rol dentro de cada proceso del PRM.
- *Definición de los principios y propiedades de los Dimod.* Se definieron los principios y las propiedades específicas de los Dimod (ver Sección 7.3.1 y Sección 7.3.2, respectivamente).
- *Realización de un procedimiento para la elaboración de los Dimod.* Se elaboró un procedimiento para construir los diferentes tipos de Dimod (ver Sección 7.4).
- *Actualización de los Dimod MoProSoft.* Con base en los principios y propiedades de los Dimod, y en las metodologías genéricas de elaboración, se actualizaron los 42 diagramas de los Dimod MoProSoft (ver Sección 7.5). Además, se elaboraron 26 Dimod de roles (uno para cada rol del modelo MoProSoft).
- *Evaluación de los Dimod.* Se realizó una evaluación de los Dimod MoProSoft y se realizó un análisis estadísticos de los resultados (ver Sección 7.6).

7.3 Principios y propiedades de los Dimod

Para elaborar los distintos tipos de Dimod es necesario considerar un conjunto de principios generales, y cumplir con un conjunto de propiedades particulares. A continuación se describen los principios generales de los Dimod y las propiedades particulares.

7.3.1 Principios generales de los Dimod

A pesar de que cada tipo de Dimod tiene un objetivo particular, éstos comparten los siguientes principios:

- *Organización.* La información de los Dimod se organiza y se relaciona alrededor de una idea principal.
- *La idea principal está en el centro.* La idea central se ubica en un círculo en la parte central del Dimod. Para enfatizar la idea central, se utiliza una imagen visualmente atractiva que se asocia a los elementos del diagrama. Esta propiedad visual ayuda a mejorar la memorización y la asociación de ideas.
- *Irradiación de elementos (ideas).* Los elementos de los Dimod se transfieren o propagan desde el centro del mismo hacia el exterior. Entre más externo es el elemento, mayor debe ser su nivel de detalle.
- *Asociación de elementos (ideas).* Todos los elementos que se incluyen en un Dimod se asocian entre sí. Para indicar las asociaciones se utilizan líneas, figuras y números.
- *Agrupación de elementos (ideas).* Todos los elementos comunes que se incluyen en los Dimod se agrupan y se expanden a través de la formación de sub-centros. Para indicar las agrupaciones se deben utilizar líneas, figuras y números.
- *Utilización de figuras, colores, símbolos e íconos.* Para mejorar y enriquecer la representación y memorización de los Dimod, se utilizan colores, imágenes e íconos. Además, se utilizan símbolos y colores para indicar el orden de importancia.

7.3.2 Propiedades particulares de los Dimod

Debido a que cada tipo de Dimod tiene un objetivo específico, éstos poseen un conjunto de propiedades particulares. A continuación se describen las propiedades particulares de los Dimod.

7.3.2.1 Dimod de primer nivel

El Dimod de primer nivel (ver Figura 23) modela las categorías de procesos, los procesos asociados a cada categoría, y los subprocesos de un proceso. A continuación se detallan las propiedades del Dimod de primer nivel.

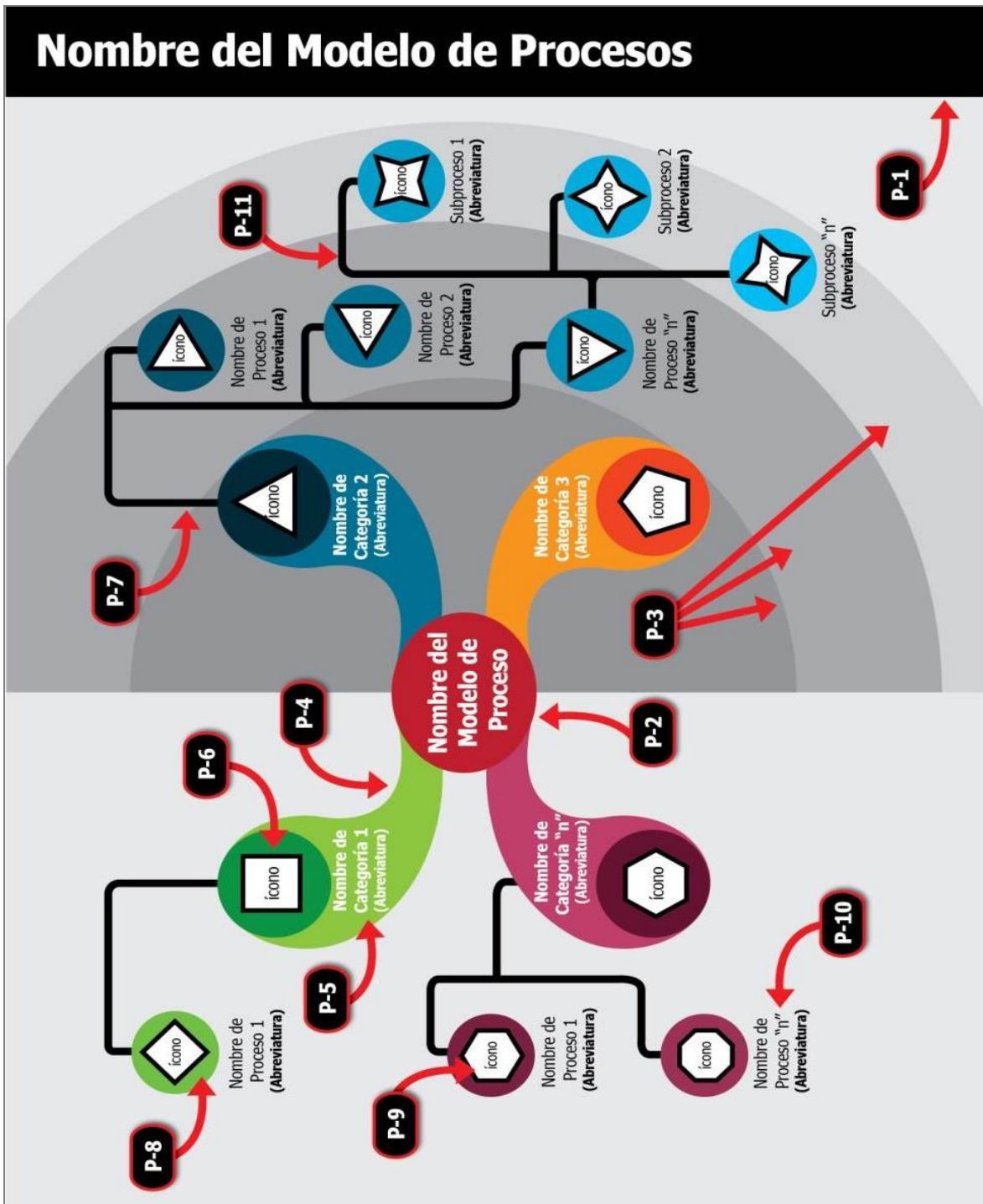


Figura 23. Representación de las propiedades del Dimod de primer nivel.

- *El asunto o motivo de atención.* El Dimod de primer nivel tiene en la parte central una elipse en el que se especifica el nombre del PRM representado (ver Figura 23, propiedad P-2). Además, el nombre del PRM también se especifica dentro de un rectángulo en la parte derecha del diagrama (ver Figura 23, propiedad P-1). En el caso de que se estén modelando los procesos para una organización, en lugar del nombre del PRM, se puede especificar el nombre de la organización.
- *Irradiación.* El Dimod de primer nivel tiene tres fases de irradiación (ver Figura 23, propiedad P-3). La primera fase se genera cuando al centro del diagrama (donde se define el nombre del PRM) se asocia un conjunto de categorías de procesos (ver Figura 23, propiedad P-4). La segunda fase de irradiación se genera cuando a las categorías de procesos se asocia un conjunto de procesos (ver Figura 23, propiedades P-7 y P-8). La tercera fase de irradiación se genera cuando a un proceso se asocia un conjunto de subprocesos (ver Figura 23, propiedad P-11). El proceso de irradiación puede continuar sucesivamente asociando sub-divisiones adicionales a los elementos en el nivel de irradiación más externo.
- *Categoría de procesos.* Una categoría de procesos permite agrupar un conjunto de procesos relacionados entre sí. Cada categoría de procesos tienen una figura, un color, un nombre, una abreviatura, y un ícono representativo (ver Figura 23, propiedad P-4, P-5, P-6, respectivamente). El nombre, la abreviatura, el ícono y el color deben ser únicos y no se deben utilizar en otra categoría de procesos. La figura que representa una categoría debería ser común para todas las categorías.
- *Proceso.* Cada proceso se representa con una figura, un color, un ícono representativo, un nombre y una abreviatura (ver Figura 23, propiedad P-8, P-9 y P-10, respectivamente). Para facilitar la identificación de los procesos, la figura que representa un proceso debe ser la misma para todos los procesos. Por el contrario, el ícono, el color y el identificador de un proceso deben ser únicos y no los pueden utilizar otros procesos. El color del proceso tiene que estar relacionado, en la mayor medida posible, con el color de la categoría de procesos a la que pertenece. Para representar la asociación de un proceso a una categoría de procesos se utiliza una

línea que va desde la categoría de procesos hacia el proceso (ver Figura 23, propiedad P-7).

- *Sub-procesos.* Los subprocesos se representan de la misma forma que los procesos (ver Figura 23, propiedad P-11). Así mismo, la asociación de un sub-proceso con un proceso se representa con una línea (ver Figura 23, propiedad P-11).

7.3.2.2 Dimod de segundo nivel

El Dimod de segundo nivel (ver Figura 24) muestra todos los grupos de elementos de un proceso, y para cada grupo, la lista de elementos que contiene. A continuación se detallan las propiedades del Dimod de segundo nivel.

- *El asunto o motivo de atención.* El Dimod de segundo nivel tiene en la parte derecha un rectángulo donde se especifica el nombre del proceso representado (ver Figura 24, propiedad P-1). Además, en el centro del diagrama existe una elipse donde se especifica la abreviatura del proceso y el ícono que lo representa (ver Figura 24, propiedad P-2). El color del rectángulo y de la elipse central deben de ser del color asignado al proceso.
- *Propósito del proceso.* Para especificar el propósito del proceso se utiliza un rectángulo con esquinas redondeadas (ver Figura 24, propiedad P-8). El color del rectángulo debe ser del color asignado al proceso.
- *Grupo de elementos de proceso.* Un grupo de elementos de procesos permite conjuntar elementos de procesos relacionados entre sí. Cada grupo de elementos de procesos tiene un nombre (ver Figura 24, propiedad P-4), una figura y un color (ver Figura 24, propiedad P-5), y un ícono representativo (ver Figura 24, propiedad P-6). La figura para representar un grupo de elementos de procesos debe ser la misma para todos los grupos de elementos de todos los procesos. El ícono que representa un grupo de elementos de procesos debe ser único. Además, el mismo ícono se debe utilizar en todos los diagramas para representar al mismo grupo.

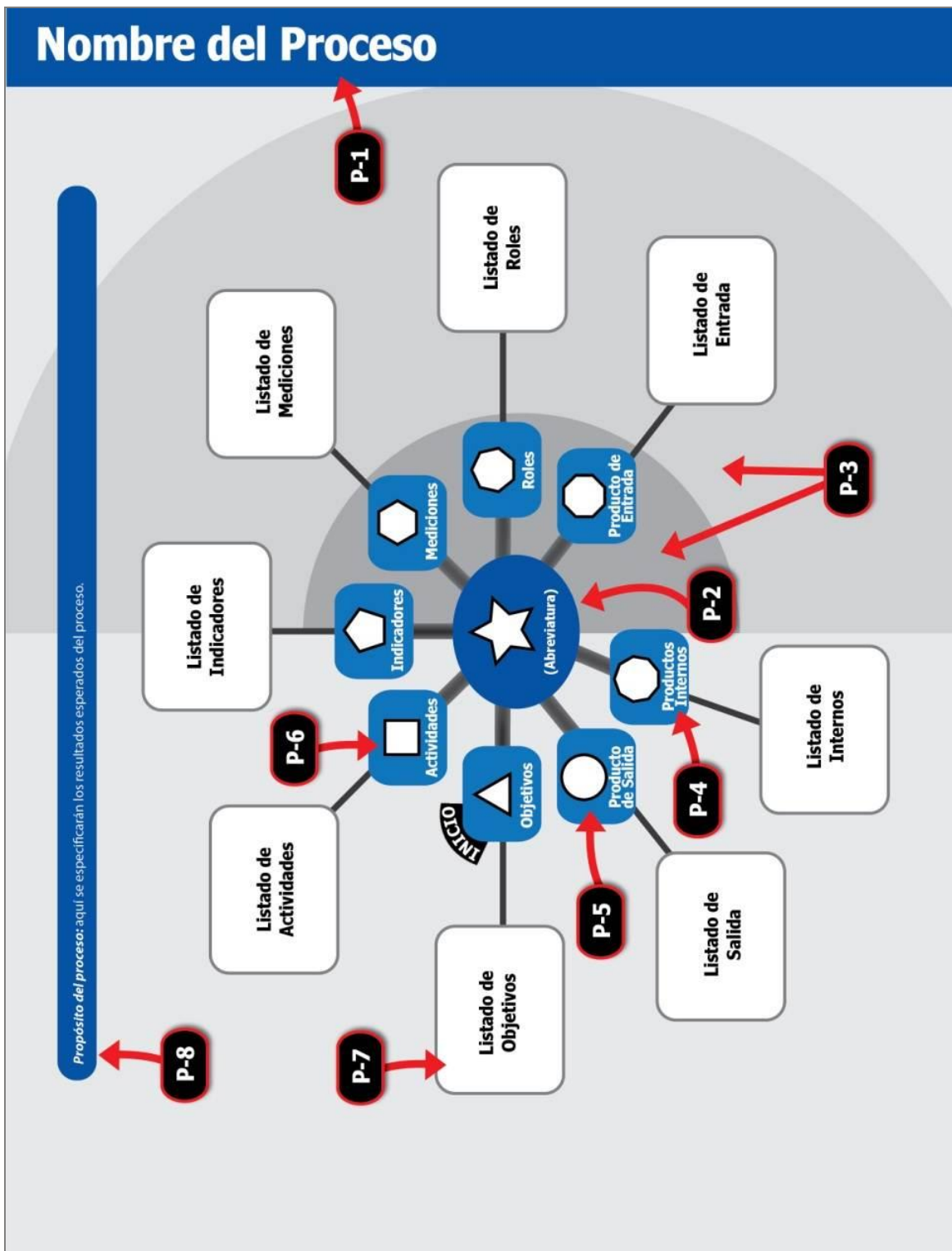


Figura 24. Representación de las propiedades de los Dimod de segundo nivel.

- *Listado de elementos de procesos.* Para especificar el conjunto de elementos de un grupo se utiliza un cuadro con esquinas redondeadas (ver Figura 24, propiedad P-7). Para asociar una lista de elementos a un grupo, se utiliza una línea que va desde el grupo hacia el listado.

7.3.2.3 Dimod de tercer nivel

El Dimod de tercer nivel (ver Figura 25) detalla los elementos de una actividad de un proceso. En él se incluyen los roles, las tareas, los productos, las relaciones entre tareas, las dependencias entre procesos, y los niveles de madurez de los productos. A continuación se detallan las propiedades del Dimod de tercer nivel.

- *Nombre del proceso.* Dentro de un rectángulo ubicado en la parte derecha del diagrama se especifica el nombre del proceso al que pertenece la actividad (ver Figura 25, propiedad P-1). El color del rectángulo debe ser del color del proceso.
- *Número de actividad.* Un proceso puede tener múltiples actividades. Dentro de un rectángulo ubicado en la esquina superior izquierda se especifica el número de la actividad (ver Figura 25, propiedad P-2). El color del rectángulo debe de ser del mismo color del proceso.
- *El asunto o motivo de atención.* El Dimod de tercer nivel tiene en la parte central una elipse en el que se especifica el nombre y la abreviatura de la actividad representada (ver Figura 25, propiedad P-3). El color de la elipse debe ser del mismo color del proceso.
- *Irradiación.* El Dimod de tercer nivel tiene tres fases de irradiación (ver Figura 25, propiedad P-4). La primera fase corresponde al centro del diagrama (donde se especifica el nombre de la actividad) y donde se asocian los roles involucrados en la actividad (ver Figura 25, propiedad P-5). La segunda fase se genera cuando a cada rol se le asigna un conjunto de tareas (ver Figura 25, propiedad P-7). La tercera fase se genera cuando a las tareas se le asignan productos (ver Figura 25, propiedad P-8).

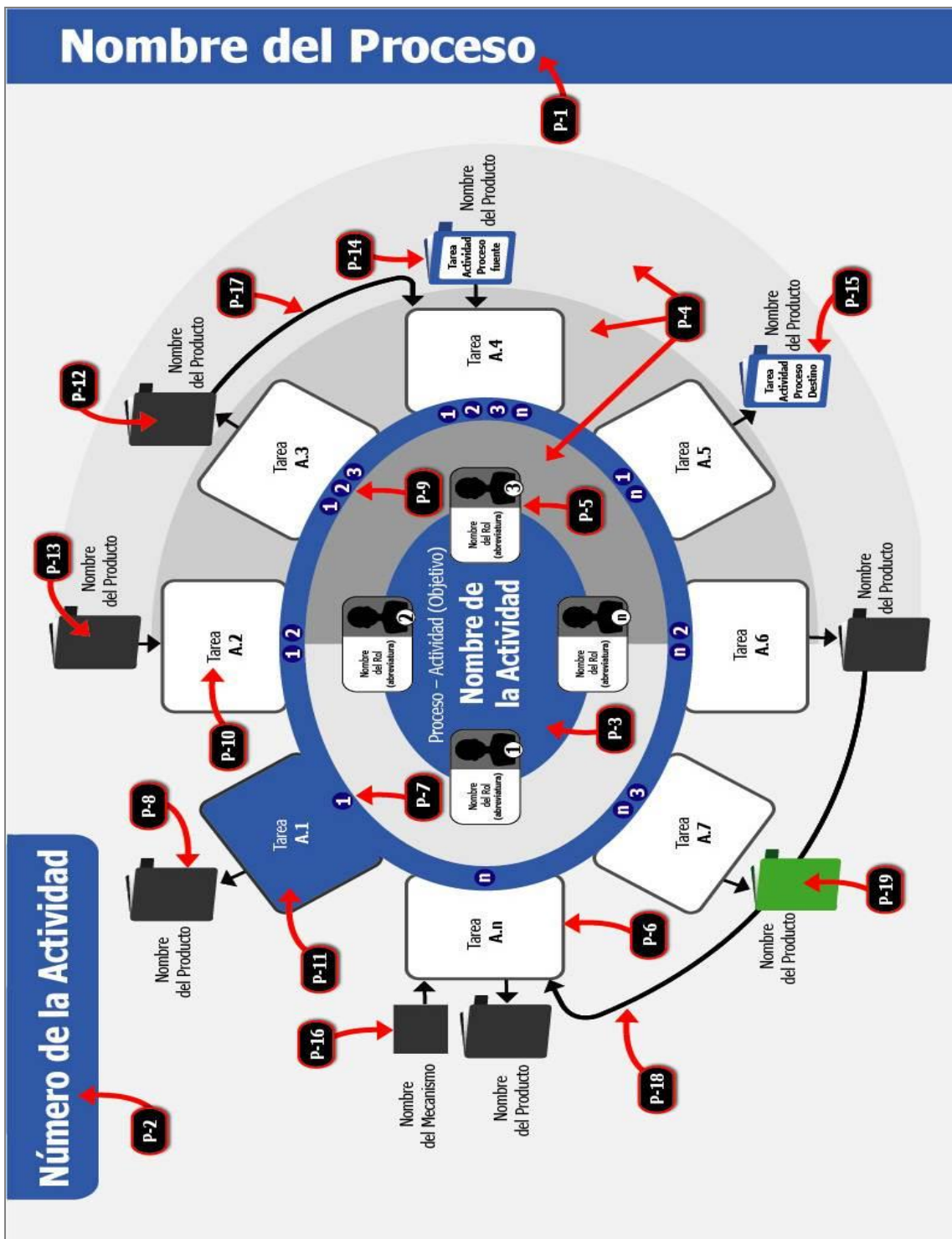


Figura 25. Representación de las propiedades de los Dimod de tercer nivel.

- *Actores o roles.* Son las personas que tienen asignadas un conjunto de tareas dentro de la actividad. Los actores deben realizar las tareas para que la actividad cumpla sus objetivos. Los roles se representan utilizando un cuadro con esquinas redondeadas que al lado izquierdo tienen el nombre del rol y su abreviatura, del lado derecho una caricatura que representa al rol, y debajo de la imagen, el número indicador de rol (ver Figura 25, propiedad P-5). La caricatura debe ser única para cada rol. Esta caricatura se utiliza en los diagramas por rol (ver Sección 7.4.5).
- *Tareas.* Son los elementos de la actividad que los actores realizan o ejecutan. Para representar una tarea se utiliza un cuadro con esquinas redondeadas (ver Figura 25, propiedad P-6). Además, cada tarea tiene asociado un nombre y un indicador (ver Figura 25, propiedad P-10). Para representar la primera tarea que debe realizarse en una actividad, se pinta con el color del proceso (ver Figura 25, propiedad P-11).
- *Asignación de roles a tareas.* La asignación de los roles a las tareas se representa colocando el número indicador de cada rol sobre el borde de la elipse de asignación de tareas (ver Figura 25, propiedad P-7). Cuando dos o más roles se asignan a una tarea se presenta una interacción entre roles (ver Figura 25, propiedad P-9).
- *Productos.* Un producto puede ser un documento, un reporte, un registro, reglas, normas, criterios, procedimientos, etc. Un producto se representa por medio de una carpeta y una leyenda que indica el nombre del producto (ver Figura 25, propiedad P-8). Para indicar que un producto es de salida se utiliza una flecha que va desde la tarea hacia el producto (ver Figura 25, propiedad P-12). Cuando el producto es de entrada, la flecha va del producto hacia la tarea (ver Figura 25, propiedad P-13). En algunas ocasiones los productos que se requieren para realizar las tareas, se elaboran en actividades de otros procesos. Para representar este tipo de productos, además de utilizar una carpeta y una leyenda que indique el nombre del producto, se incluye una leyenda en el centro de la carpeta que especifica la tarea, actividad y proceso donde se generó el producto (en el caso que sea de entrada, ver Figura 25, propiedad P-14) o hacia dónde va el producto (en el caso de que sea un producto de salida, ver Figura 25, propiedad P-15).

- *Mecanismos y/o artefactos.* Son las herramientas que contribuyen a realizar una tarea; por ejemplo: registro, base de datos, etc. (ver Figura 25, propiedad P-16).
- *Dependencia de tareas.* En algunas ocasiones, para realizar una tarea se necesita un producto realizado en una tarea previa. Para representar la dependencia entre tareas se utiliza una línea que va desde el producto generado en la tarea previa hacia la tarea destino que requiere el producto (ver Figura 25, propiedad P-17).
- *Agrupación de productos.* En algunas ocasiones es necesario que un conjunto de productos se agrupen y entren hacia una tarea. Para representar la agrupación de productos se utiliza una línea que inicia en el primer producto, pasa por en medio de los otros productos, y finalmente termina en la tarea destino que requiere al conjunto de productos (ver Figura 25, propiedad P-18).
- *Niveles de productos.* Los Dimod utilizan colores para indicar el nivel de madurez al que pertenece cada producto. Se utiliza un color específico para cada nivel (ver Figura 25, propiedad P-19).

7.3.2.4 Dimod de rol

El Dimod de rol (ver Figura 26) muestra en forma resumida las actividades que realiza un rol en cada proceso del PRM o de la organización. A continuación se detallan las propiedades del Dimod de rol.

- *Nombre del rol.* Dentro de un rectángulo ubicado en la parte derecha del diagrama se especifica el nombre del rol (ver Figura 26, propiedad P-1).
- *El asunto o motivo de atención.* El Dimod de rol tiene en la parte central un círculo en el que se especifica la abreviatura del nombre del rol y un ícono que lo representa (ver Figura 26, propiedad P-2). El ícono para el rol debe ser el mismo que el que se utilizó para representar al mismo rol en los Dimod de tercer nivel.
- *Irradiación.* El Dimod de rol tiene tres fases de irradiación (ver Figura 26, propiedad P-3). La primera fase de irradiación se genera cuando a partir del centro

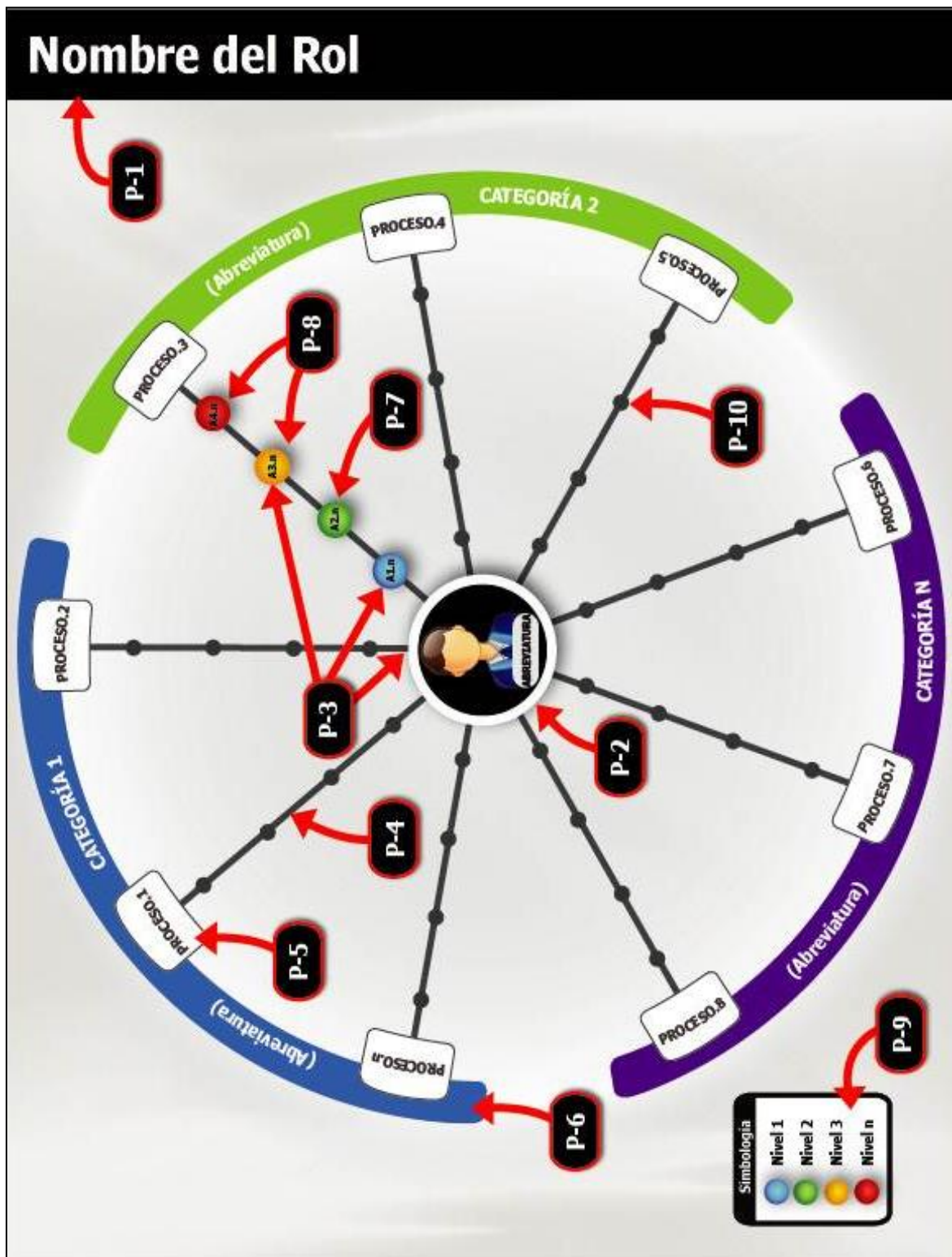


Figura 26. Representación de las propiedades de los Dimod de rol.

del diagrama (donde se define la abreviatura del nombre del rol) emergen líneas de color gris oscuro hacia la orilla (ver Figura 26, propiedad P-4) que terminan en un rectángulo que especifica el nombre del proceso (ver Figura 26, propiedad P-5). Además se especifican las categorías de procesos (ver Figura 26, propiedad P-6). La segunda fase se genera cuando en la línea de un proceso se asignan actividades. La asignación se realiza escribiendo las abreviaciones de las tareas dentro de un círculo (ver Figura 26, propiedad P-7). La tercera fase se genera cuando se asignan niveles a las actividades. Entre más alejada se encuentra una esfera indica que es una actividad que se realiza en un nivel mayor (ver Figura 26, propiedad P-8).

- *Nombre de los procesos.* Se utiliza una leyenda de letras grises y fondo blanco en las orillas del diagrama para especificar a cuál proceso pertenece cada línea (ver Figura 26, propiedad P-5).
- *Nombre de las categorías de procesos.* Las líneas de procesos terminan en el exterior en una barra gruesa semicircular que tiene asignado un color y que especifica el nombre de la categoría de procesos a la que pertenecen los procesos (ver Figura 26, propiedad P-6).
- *Niveles de procesos.* Se utilizan colores para representar los niveles de procesos (ver Figura 26, propiedad P-9). Cuando un rol no realiza ninguna tarea en un nivel, se dibuja un círculo pequeño de color gris (ver Figura 26, propiedad P-10).

7.4 Procedimiento para elaborar los Dimod

Los Dimod se pueden utilizar para representar a los procesos definidos en los modelos de referencia de procesos (PRM), o para representar a los procesos actuales o futuros de una organización. El proceso de elaboración de los Dimod para ambos casos es muy similar; sin embargo, en el caso de la elaboración de los Dimod para los procesos de una organización, la elaboración involucra una fase previa de definición de procesos. La utilización de los Dimod para representar los procesos de la organización, además de facilitar el proceso enseñanza/aprendizaje, tiene las siguientes ventajas:

- Es una actividad colaborativa en la que se puede involucrar a toda la organización como un ejercicio de integración.
- Facilita la participación de los empleados en la definición de los procesos y a la vez en el aprendizaje de los mismos.
- Al involucrar a los empleados, permite que éstos hagan propias las definiciones de los procesos y los Dimod.
- El hecho de que la organización, los departamentos y los empleados ayuden a personalizar sus Dimod, permite desarrollar una identidad. Los empleados participantes pueden utilizar colores, formas, íconos, imágenes y cualquier elemento visual que les ayude a elaborar su Dimod.
- Permite el desarrollo de la creatividad al adaptar los elementos de los Dimod a sus necesidades o gustos.
- Puede ayudar a simplificar los procesos, debido a que se pueden evidenciar cuellos de botella, actividades duplicadas o innecesarias, etc.

El proceso de elaboración de los Dimod se divide en las siguientes cinco etapas:

1. Definición de procesos.
2. Elaboración del Dimod de primer nivel.
3. Elaboración de los Dimod de segundo nivel.
4. Elaboración de los Dimod de tercer nivel.
5. Elaboración de Dimod de roles.

A continuación se describen las etapas del proceso de elaboración de los Dimod.

7.4.1 Definición de procesos

En el caso de que se elaboren los Dimod para un PRM, este paso se omite debido a que los PRM ya tienen definidos los procesos. En el caso de que se elaboren los Dimod para una organización, se inicia definiendo sus procesos. Para definir los procesos se deben realizar los siguientes pasos:

1. Para cada departamento de la organización se define una categoría de procesos, y a cada categoría se le asigna un nombre, un color, un ícono y una abreviatura.
2. Para cada departamento de la organización se definen sus procesos, y a cada proceso se le asigna un nombre, un color, un ícono y una abreviatura.
3. Para cada proceso se definen sus actividades, y para cada actividad se le asigna un nombre y una abreviatura.
4. Para cada actividad se definen las tareas. Para cada tarea se define un nombre, una abreviatura, los productos de entrada, los productos de salida, los roles involucrados, las asociaciones entre tareas, las dependencias entre procesos, y cuando aplique, el nivel en que se tiene que realizar cada producto. Una vez definido todos los elementos, se puede iniciar la elaboración de los Dimod.

7.4.2 Elaboración del Dimod de primer nivel

Los elementos del Dimod de primer nivel se definen, según sea el caso, con base en la definición de los procesos elaborada previamente (ver Sección 7.4.1), o con la definición de los procesos del PRM. Cuando se elabora el Dimod de primer nivel, se permite personalizarlo a su gusto (cambiar figuras, íconos y colores); sin embargo, se recomienda que se respeten las propiedades de los elementos del diagrama (ver Sección 7.3.2.1). A continuación se definen las secuencias de pasos para elaborar un Dimod de primer nivel (ver Figura 27).

1. Se especifica el nombre del PRM o de la organización.
2. Se especifica el asunto o motivo de atención.
3. Se especifican las categorías de procesos.
4. Se especifican los procesos de cada categoría de procesos.
5. Se especifican los subprocesos de un proceso.
6. Si se requiere, se especifican subdivisiones sucesivas a los subprocesos, hasta que todos los procesos, subprocesos y demás subdivisiones de la organización estén incluidos en el diagrama.

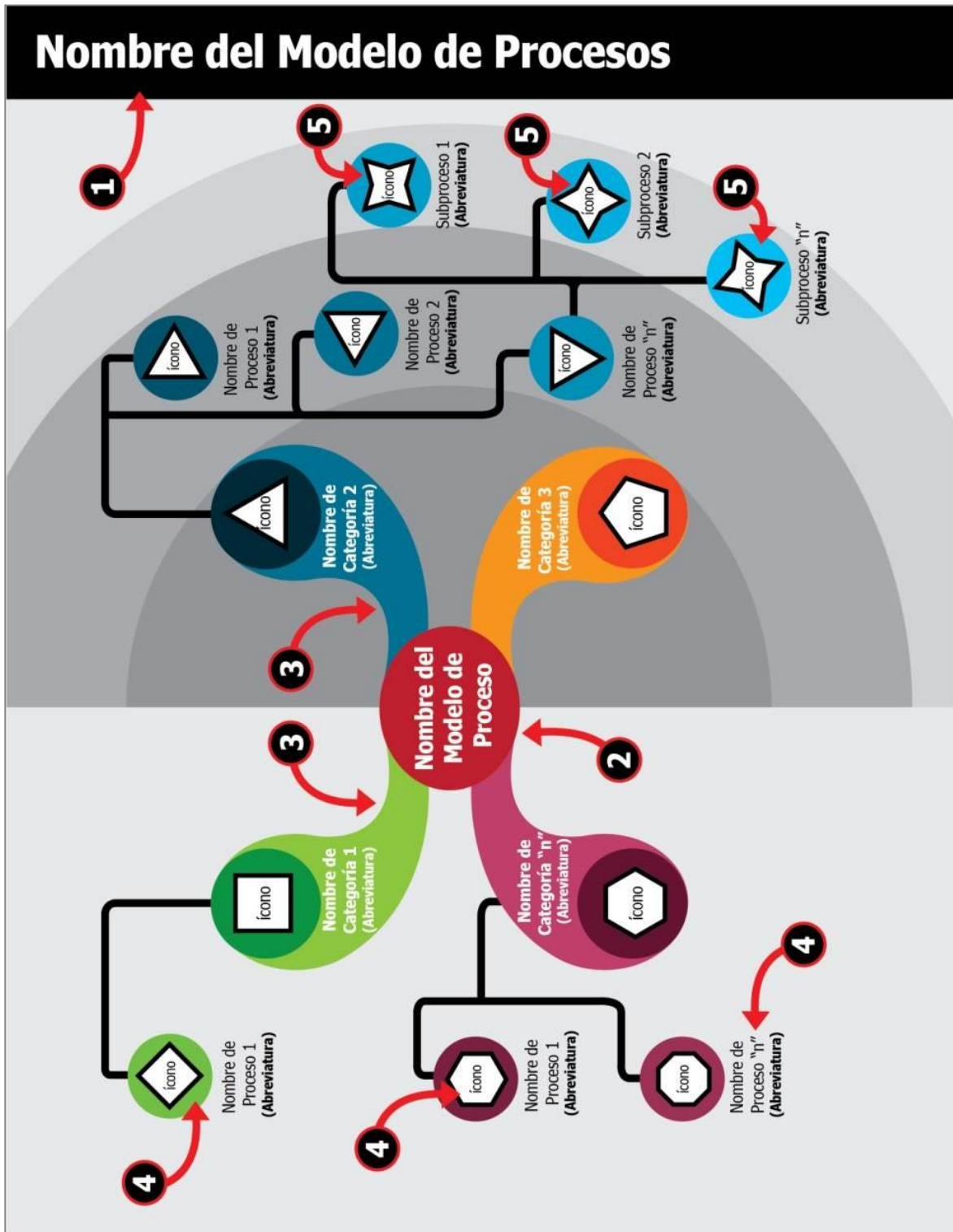


Figura 27. Secuencia de pasos para elaborar los Dimod de primer nivel.

7.4.3 Elaboración del Dimod de segundo nivel

Una vez que se tienen especificados los procesos y subprocesos en el Dimod de primer nivel, se inicia la elaboración de los Dimod de segundo nivel. Para cada proceso o subproceso definido en el Dimod de primer nivel, se realiza un Dimod de segundo nivel. A continuación se definen las secuencias de pasos para elaborar un Dimod de segundo nivel (ver Figura 28).

1. Se especifica el nombre del proceso al que pertenece el Dimod.
2. Se especifica el asunto o motivo de atención.
3. Se especifica el propósito del proceso.
4. Se especifican los grupos de elementos de procesos. Algunos de los elementos básicos de los procesos son: objetivos, actividades, indicadores, mediciones, productos de entradas, productos internos y productos de salida.
5. Para cada grupo de elementos de procesos, se especifica el listado de elementos.

7.4.4 Elaboración del Dimod de tercer nivel

Una vez elaborados los Dimod de segundo nivel, para cada actividad especificada en el Dimod de segundo nivel, se realiza un Dimod de tercer nivel. A continuación se definen las secuencias de pasos para elaborar un Dimod de tercer nivel (ver Figura 29).

1. Se especifica el nombre del proceso al que pertenece el Dimod de tercer nivel.
2. Se especifica el número de actividad al que pertenece el Dimod y además se especifica el total de actividades que tiene el proceso.
3. Se especifica el asunto o motivo de atención.
4. Se especifican los roles involucrados.
5. Se especifican las tareas que se realizan en la actividad.
6. Se especifican la asignación de tareas a los roles.
7. Se especifican los productos de entrada, de salida, y los mecanismos y/o artefactos que se requieren para realizar cada actividad.

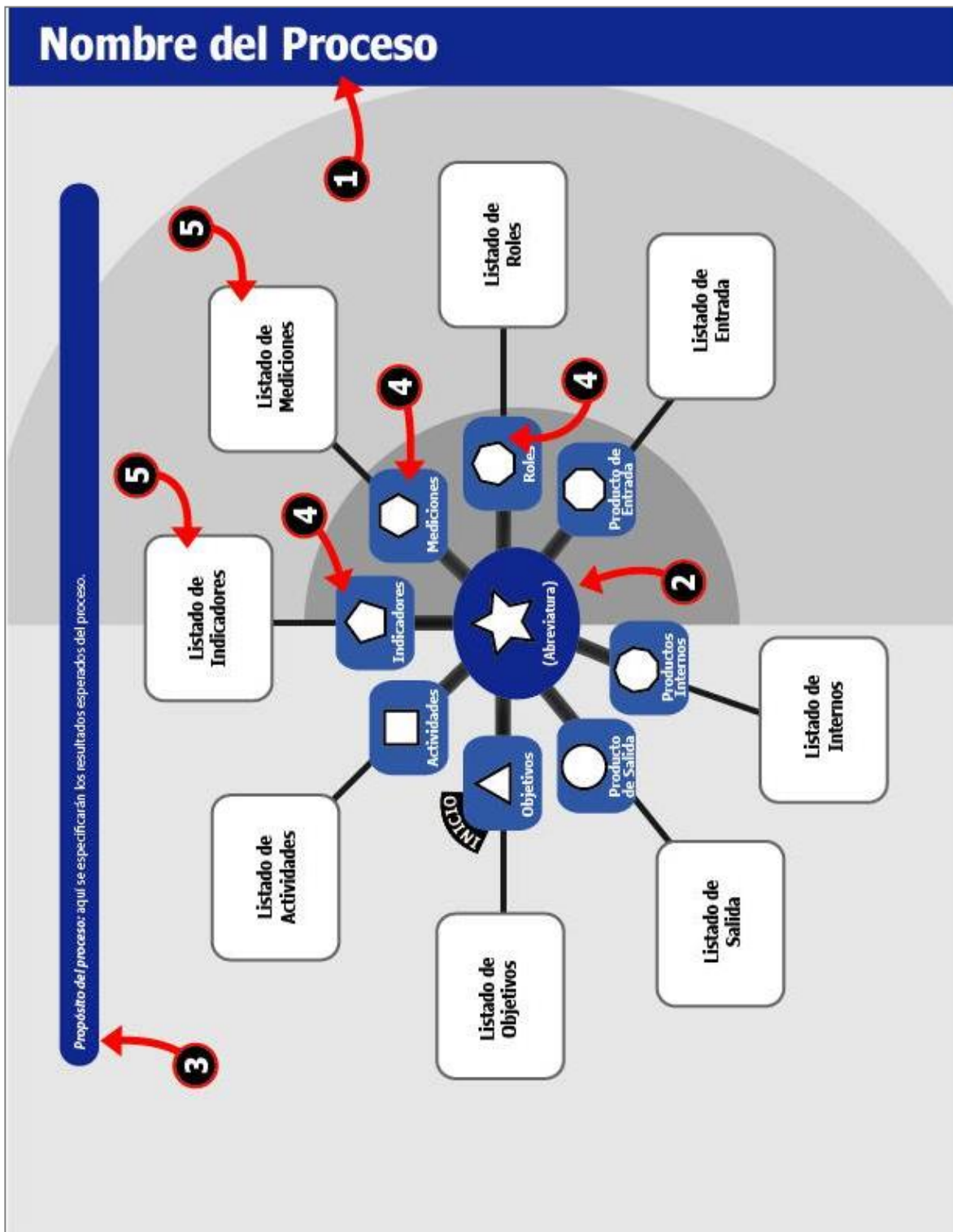


Figura 28. Secuencia de pasos para elaborar los Dimod de segundo nivel.

8. En el caso de que los productos vengan de otros procesos o vayan a otros procesos, se especifica una leyenda que indique de cuál proceso viene o a cuál proceso va el producto.
9. Se especifican las dependencias entre tareas.
10. Se especifican las integraciones de productos.
11. Se especifican los niveles de productos en el caso de que existan.

7.4.5 Elaboración del Dimod de rol

Se elabora un Dimod de rol para cada rol que participa en los procesos de un PRM o de la organización. A continuación se define las secuencias de pasos para elaborar un Dimod de rol (ver Figura 30).

1. Se especifica el nombre del rol.
2. Se especifica el ícono del rol y su abreviatura.
3. Se especifican, según sea el caso, los nombres de los procesos del PRM o de los procesos de la organización.
4. Se especifican los nombres de las categorías de los procesos.
5. Se especifican las actividades que realiza el rol.
6. En el caso de que existan niveles de productos, se dividen las tareas por niveles.

7.5 Actualización de los Dimod para MoProSoft

Durante la presente investigación se corrigieron y se rediseñaron los 42 diagramas de la versión de los Dimod MoProSoft (1 Dimod de primer nivel, 9 Dimod de segundo nivel, 32 Dimod de tercer nivel). Además, se elaboraron 26 Dimod de rol (uno para cada rol de MoProSoft). La nueva versión de los Dimod MoProSoft se publicó en el libro *Dimod: una aplicación a MoProSoft* (Rodríguez-Jacobo, Espinosa-Curiel, y Fernández-Zepeda, 2011). Además, hay versión disponible en línea en el sitio del grupo de investigación GISEP (<http://gisep.com.mx/>).

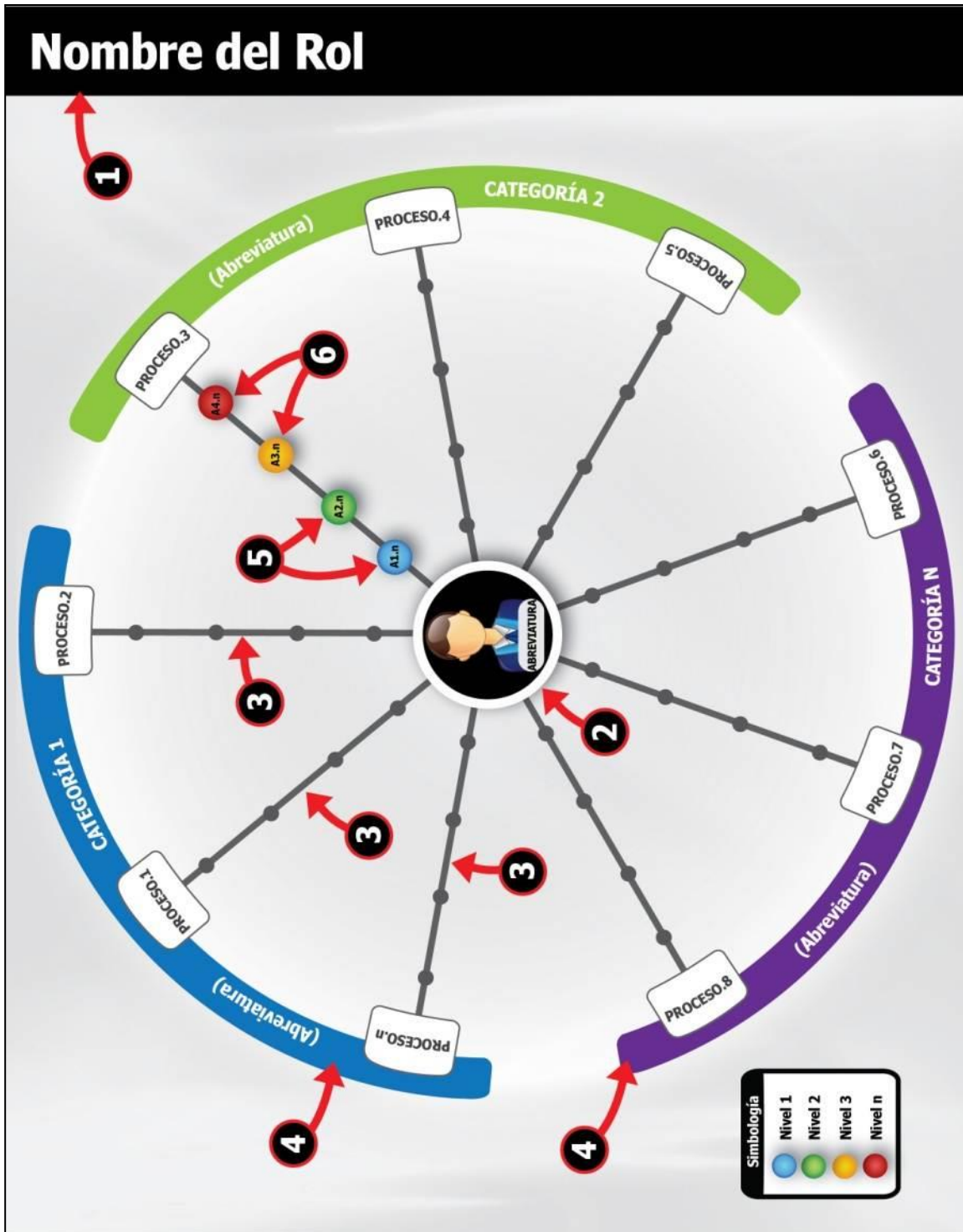


Figura 30. Secuencia de pasos para elaborar los Dimod de rol.

7.6 Evaluación de los Dimod

Para evaluar las propiedades de los Dimod MoProSoft y del manual de MoProSoft, se elaboraron dos cuestionarios. Ambos cuestionarios se basan en las categorías identificadas previamente (ver Sección 7.1), y contienen 23 preguntas: cuatro preguntas para la categoría 1 (*Descripción y presentación de la información*), cinco preguntas para la categoría 2 (*Organización de la información*), ocho preguntas para la categoría 3 (*Identificación de elementos y de asociaciones*), cinco preguntas para la categoría 4 (*Características pedagógicas*), y una pregunta abierta acerca de su opinión del elemento que se estaba evaluando. La Tabla 27 muestra cuatro ejemplos de las preguntas del cuestionario del manual MoProSoft (una pregunta de cada categoría). Cada pregunta evalúa una característica en particular, y tiene asociada una escala Likert de cinco puntos. La escala va desde una percepción muy negativa (1), hasta una percepción muy positiva (5); y el número 3 indica una percepción neutra.

Tabla 27. Preguntas de ejemplo del cuestionario del manual MoProSoft.

1. Totalmente en desacuerdo, 2. En desacuerdo, 3. Neutro, 4. De acuerdo, 5. Totalmente de acuerdo					
Pregunta	1	2	3	4	5
Es visualmente atractivo que el manual de MoProSoft sólo use el blanco y el negro					
El manual de MoProSoft está organizado claramente					
Identificar los roles y las actividades en el manual de MoProSoft es fácil					
La estructura del manual de MoProSoft es fácil de aprender					

En la evaluación del manual MoProSoft participaron 25 personas: 5 profesores universitarios, 6 ingenieros de software, 3 gerentes, y 11 estudiantes de licenciatura. En la evaluación de los Dimod participaron 42 personas: 3 profesores universitarios, 11 ingenieros de software, 4 gerentes, y 24 estudiantes de licenciatura. Todos los participantes del experimento estaban familiarizados con el manual MoProSoft. Antes de la evaluación de los Dimod MoProSoft, se realizó una presentación de 30 minutos para explicar las características y cómo se deben usar los Dimod y se proporcionaron un conjunto de ellos para que los participantes los utilizaran. Al final de la presentación los participantes contestaron el cuestionario.

7.7 Análisis y discusión de los resultados

La Tabla 28 muestra los resultados del cuestionario del manual MoProSoft (columnas 2, 4, 6, 8,10), y los resultados del cuestionario de los Dimod MoProSoft (columnas 3, 5, 7, 9,11) en cada una de las cuatro categorías (ver la Sección 7.1 para más detalles).

Tabla 28. Resultados de los Dimod MoProSoft y del manual de MoProSoft.

Categoría	Totalmente en desacuerdo		En desacuerdo		Neutro		De acuerdo		Totalmente de acuerdo	
	Manual	Dimod	Manual	Dimod	Manual	Dimod	Manual	Dimod	Manual	Dimod
Categoría 1	17%	0%	34%	9%	32%	13%	17%	29%	0%	49%
Categoría 2	23%	0%	38%	9%	28%	30%	13%	27%	0%	34%
Categoría 3	25%	0%	45%	12%	20%	17%	10%	25%	0%	46%
Categoría 4	35%	0%	34%	10%	14%	5%	17%	33%	0%	52%

La Figura 31 muestra el porcentaje de personas que están de acuerdo (incluyendo las personas que están totalmente de acuerdo) que la metodología cumple con las características que se evaluaron en cada categoría. En la Figura 31 se puede observar que en todas las categorías los Dimod obtuvieron mejores resultados que el manual MoProSoft.

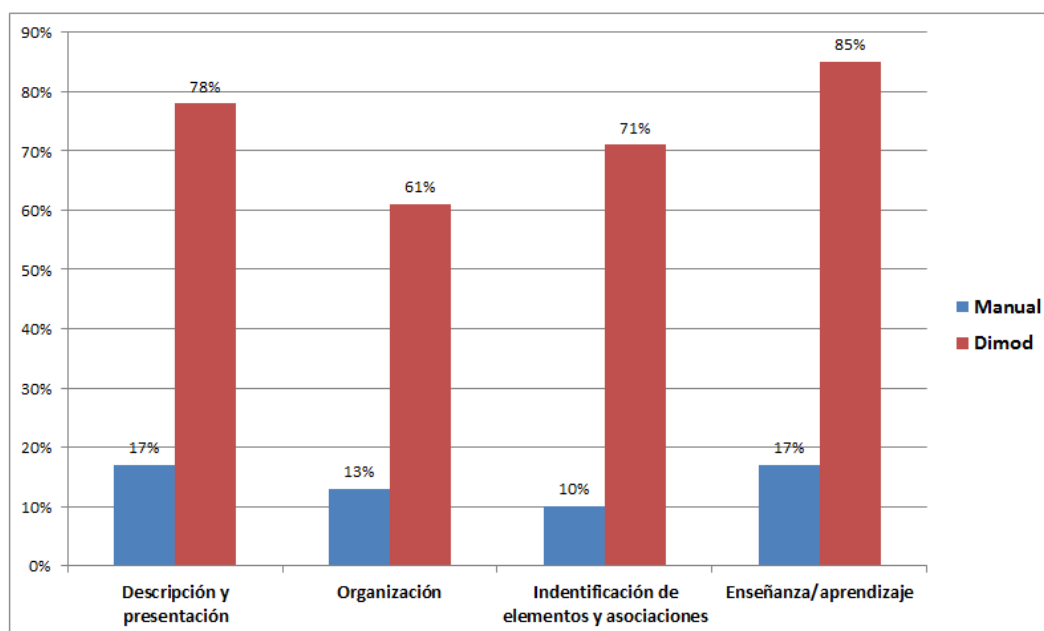


Figura 31. Resultados de la evaluación de los Dimod y del Manual MoProSoft.

En la categoría 1 (descripción y presentación), solamente el 17% de las personas están de acuerdo de que el manual MoProSoft describe en claramente la estructura del modelo y los procesos, que enfatiza la información importante, y que es visualmente atractiva. Por el contrario, el 78% de las personas consideran que los Dimod cumplen con estas características. En la categoría 2 (Organización de la información), solamente el 11% de las personas están de acuerdo que el manual MoProSoft muestra claramente la agrupación de los procesos y sus elementos, que enfatiza los niveles de madurez de las actividades y los productos, y que facilita la búsqueda de información. Por el contrario, el 75% de las personas consideran que los Dimod cumplen con estas características. En la categoría 3 (identificación de elementos y asociaciones), solamente el 10% de las personas están de acuerdo que en el manual MoProSoft es fácil identificar las actividades, tareas, productos y roles, y las asociaciones y dependencia entre estos elementos. Por el contrario, el 71% de las personas están de acuerdo que los Dimod facilitan estas actividades. Finalmente, en la categoría 4, solamente el 17% de las personas están de acuerdo que el manual de MoProSoft facilita el proceso de enseñanza/aprendizaje de MoProSoft, y el trabajo colaborativo y en equipo. Por el contrario, 85% de las personas están de acuerdo que los Dimod pueden facilitar dicha actividad. La categoría donde los Dimod obtuvieron una mayor diferencia en los resultados fue en la de *enseñanza/aprendizaje* (68%), y la categoría en la que obtuvieron una menor diferencia es en la de *organización de la información* (48%).

Posteriormente se evaluó si existía una diferencia significativa entre los resultados de los Dimod MoProSoft y del manual MoProSoft. Para realizar esta actividad se analizaron estadísticamente los resultados de cada categoría con la ayuda software de estadística SPSS. A continuación se detalla el procedimiento utilizado para realizar el análisis:

1. *Determinar si las variables tienen una distribución normal.* Por cada variable se realizó una prueba de *Shapiro-Wilk* y una prueba *Kolmogorov-Smirnov*. Los resultados de la pruebas determinaron que los datos no provenían de una población con una

distribución normal, y por lo tanto, era necesario realizar un análisis no paramétrico de los datos (Bluman, 2006).

2. *Definir las hipótesis.* Para cada una de las categorías (variables), se definió una hipótesis nula (H_0) y una hipótesis alterna (H_A). La hipótesis nula establece que no existe una diferencia significativa entre los resultados de los Dimod MoProSoft y los resultados del manual MoProSoft. La hipótesis alterna establece lo opuesto.
3. *Determinar si existe una diferencia significativa.* Para cada una de las variables se realizó una prueba *Man-Whitney U* (similar a la prueba T de estudiante del análisis paramétrico) con un nivel de significancia de $\alpha=.05$. Todos los *p-value* obtenidos con la prueba *Man-Whitney U* (.000, .001, .000, .000, respectivamente para cada categoría), fueron menores que el nivel alfa (0.05); por lo tanto, se rechazan todas las hipótesis nulas (H_0) y se aceptan todas las hipótesis alternas (H_A).

A partir de este análisis, se concluye que los resultados obtenidos por el manual MoProSoft, difieren significativamente de los resultados obtenidos por los Dimod MoProSoft. Además, los Dimod MoProSoft mostraron resultados superiores a los resultados del manual de MoProSoft en todas las categorías (ver Figura 31).

Posteriormente se analizó la pregunta abierta y se identificó un patrón de cuatro respuestas comunes acerca de las características de los dimod. En general, se puede observar que los empleados perciben varias ventajas de los Dimod y consideran que son fáciles de usar; sin embargo, los encuestados consideran que se deben utilizar conjuntamente los Dimod y la norma MoProSoft. Por ejemplo se obtuvieron los siguientes comentarios:

- *“... En general, opino que es mucho más fácil mirar un diagrama Dimod que leer todo el proceso en el manual de MoProSoft...”*
- *“los Dimod son mucho más atractivos que la lectura, si bien no remplazan al manual de MoProSoft, en gran manera facilita el aprendizaje...”*

- *“...es una manera mucho más sencilla y divertida para aprender algo que parece ser mucho más confuso cuando sólo lo lees un documento de texto sin imágenes claras...”*
- *“... con la ayuda de estos diagramas es mucho más fácil recordar cuales son las actividades, productos, roles, productos entregables y todo lo que está relacionado con un proceso...”*
- *“... utilizar los dimod es fácil debido a que tiene una buena estructura y una buena presentación de la información...”*
- *“... es una buena técnica mucho menos complejos que la norma, pero en lo personal creo que se tienen que utilizar los dos en forma mezclada...”*

Los resultados anteriores enfatizan las ventajas que tienen los Dimod sobre la versión impresa del manual MoProSoft. Si bien los resultados obtenidos son prometedores, en esta investigación se considera es necesario evaluar a profundidad las características y las ventajas de los Dimod (e.g., la memorización, la búsqueda de información, la facilidad de la enseñanza, etc.).

La información contenida en el presente capítulo se publicó en (Espinosa-Curiel, Rodríguez-Jacobo, y Fernández-Zepeda, 2010). En el capítulo siguiente se describen las principales conclusiones y aportaciones de este trabajo de investigación, y se presenta el trabajo que se realizará en un futuro.

Capítulo 8

Conclusiones y trabajo futuro

En el presente trabajo de investigación se analizaron tres casos de estudio realizados en tres MIPYME que implementaron un PRM. A partir de este análisis, se identificaron los factores que influyen en la implantación de un PRM en las MIPYME, y las interrelaciones entre estos factores (ver Capítulo 2). Posteriormente, se presentó un análisis de las principales características y limitaciones de las guías de implantación (ver Capítulo 3). A partir de este análisis, se identificó la necesidad de cambiar el enfoque funcionalista de las guías de implantación para las MIPYME hacia un nuevo enfoque, llamado *proceso de adopción* (ver Capítulo 4). Posteriormente, se propuso un modelo para guiar la adopción de un PRM en las MIPYME, llamado ADOPT-PRM (ver Capítulo 5). Finalmente, se propusieron dos mecanismos para apoyar la adopción de un PRM en las MIPYME. El primero es un marco de competencias para los roles de las iniciativas de SPI en las MIPYME (ver Capítulo 6). El segundo es una versión mejorada de una herramienta gráfica que tiene el objetivo de apoyar el proceso de enseñanza/aprendizaje de los PRM (ver Capítulo 7).

En las siguientes secciones se describen las principales conclusiones y aportaciones de este trabajo de investigación, y se presenta el trabajo que se realizará en un futuro.

8.1 Conclusiones

La conclusión principal de este trabajo de investigación es que es necesario cambiar el paradigma funcionalista de las guías de implantación para las MIPYME hacia un paradigma holístico que considere los cambios en todos los elementos de la organización y que considere los aspectos personales y sociales del cambio. Esta conclusión se basa en los siguientes hallazgos:

- Una gran cantidad de factores que se generan tanto dentro como fuera de la organización influyen en las iniciativas de SPI en las MIPYME. Los factores que se

generan fuera de la organización se relacionan con el entorno organizacional, con el PRM, y con los consultores. Los factores que se generan dentro de la organización se relacionan con los procesos, las políticas, la estrategia, la estructura, la cultura, el clima organizacional, la gerencia, los empleados, el equipo de SPI, y el proyecto de SPI.

- Los factores que influyen en las iniciativas de SPI se interrelacionan fuertemente. Los factores relacionados con la iniciativa de SPI influyen en todos los elementos de la organización (i.e., los procesos, las políticas, la estrategia, la estructura, la cultura y el clima organizacional) y viceversa, los factores relacionados con los elementos de la organización influyen en la iniciativa de SPI. Finalmente, las reacciones, las percepciones, los sentimientos y las actitudes de los miembros de la organización, de los gerentes, y del equipo de SPI influyen en la iniciativa de SPI.
- La mayoría de las guías de implantación para las MIPYME ignoran los factores externos que pueden afectar la iniciativa de SPI, suponen que los elementos de la organización tienen un estado estable y propicio para realizar una iniciativa de SPI, suponen que las iniciativas de SPI sólo impactan en los procesos y no consideran los otros elementos de la organización, suponen que los empleados y los gerentes están dispuestos y capacitados para participar en las iniciativas de SPI, y suponen que es fácil que los empleados realicen cambios personales.

Con respecto a los mecanismos de soporte desarrollados en esta investigación se tienen las siguientes conclusiones.

- Un modelo que facilite la adopción de un PRM en las MIPYME debe proponer un proceso de mejora incremental, iterativo y ágil que incluya un cambio organizacional holístico, un proceso de cambio gradual en las personas, y que considere los factores humanos del cambio.
- Para participar exitosamente en la adopción de un PRM, los empleados requieren un conjunto de competencias personales, sociales y técnicas. Los conocimientos que requieren los actores de SPI se relacionan con las siguientes áreas: análisis

organizacional, administración del cambio organizacional, gestión de procesos, mejora de procesos, metodologías, modelos y guías de SPI, administración de proyectos de SPI, administración del conocimiento, y herramientas y sistemas de soporte para SPI.

8.2 Aportaciones

A continuación se enlistan las aportaciones principales de la presente investigación. El orden de presentación de las aportaciones se basa en el orden de aparición en la tesis.

- *Un marco de los factores que influyen en las iniciativas de SPI en las MIPYME.* Este marco agrupa 132 factores en dos categorías principales y en 11 subcategorías, especifica ocho propiedades comunes de los factores de SPI, y especifica las propiedades particulares de cada factor.
- *Un modelo de los factores de SPI.* Este modelo ilustra las interrelaciones que existen entre los siguientes conceptos: entorno organizacional, PRM, consultores, políticas y estrategia organizacional, cultura y clima organizacional, estructura organizacional, proceso de desarrollo de software, miembros gerenciales (gerentes), miembros de la organización (empleados), miembros del equipo de SPI, y proyecto de SPI.
- *Un análisis comparativo de las guías de implantación para las MIPYME.* Este análisis especifica las diferencias y similitudes de las principales guías de implantación para las MIPYME. En este análisis se compararon 23 características comunes de las guías.
- *Un análisis de las deficiencias de las guías de implantación para las MIPYME.* Este análisis especifica las principales deficiencias y limitaciones de las guías de implantación para las MIPYME para considerar los factores de SPI.
- *Introducción del concepto 'proceso de adopción'.* Este nuevo enfoque integra la mejora de procesos de software, la gestión del cambio organizacional, y la gestión del cambio personal.

- *Un modelo para apoyar la adopción de un PRM en las MIPYME.* Este modelo, llamado ADOPT-PRM, propone un proceso de mejora incremental, iterativo y ágil, un cambio organizacional holístico, un proceso de cambio gradual en las personas, y considera los factores personales y sociales del cambio.
- *Un modelo y un marco de las competencias para los roles de las iniciativas de SPI.* Este modelo incluye 28 competencias para 8 roles. El modelo agrupa las competencias en tres categorías: personales, sociales y técnicas. Además, divide cada una de estas categorías en subcategorías. También, se presentó un marco de competencias para los roles de SPI. El marco de competencias detalla los niveles de las competencias, los comportamientos asociados a cada nivel, y el nivel de dominio requerido por cada rol en cada competencia.

Finalmente, a partir del presente trabajo de investigación se realizaron las siguientes publicaciones.

Artículo de revista:

- Espinosa-Curiel, I. E., Rodríguez-Jacobo, J., y Fernández-Zepeda, J. A. (2013). A framework for evaluation and control of the factors that influence the software process improvement in small organizations. *Journal of Software: Evolution and Process*, 25(4), 393-406. doi:10.1002/smr.569

Artículos de congresos:

- Espinosa-Curiel, I. E., Rodríguez-Jacobo, J., y Fernández-Zepeda, J. A. (2010). Graphical Technique to Support the Teaching/learning Process of Software Process Reference Models. En A. Riel, R. O'Connor, S. Tichkiewitch, y R. Messnarz (Eds.), *Systems, Software and Services Process Improvement, Communications in Computer and Information Science* (Vol. 99, pp. 13-24). Springer.
- Espinosa-Curiel, I. E., Rodríguez-Jacobo, J., y Fernández-Zepeda, J. A. (2010). A Framework of the Factors that Influence the Software Process Improvement in

Small Organizations. Industrial Proceedings of the 2010 European Systems and Software Process Improvement and Innovation Conference, International Proceeding Series (pp. 4.17-4.24).

- Espinosa-Curiel, I. E., Rodríguez-Jacobo, J., y Fernández-Zepeda, J. A. (2011). A Competency Framework for the Stakeholders of a Software Process Improvement Initiative. Proceedings of the 2011 International Conference on Software and Systems Process (pp. 139-148). ACM. doi:10.1145/1987875.1987898.
- Rodríguez-Jacobo, J., Espinosa-Curiel, I. E., Gutiérrez-Osorio, U., Ocegueda-Miramontes, V., y Fernández-Zepeda, J. A. (2012). Knowledge Management in Software Process Improvement Initiatives in Small Organizations. Industrial Proceedings of the 2012 European Systems and Software Process Improvement and Innovation Conference. International Proceeding Series (pp. 10.1-10.10).

Libro

- Rodríguez-Jacobo, J., Espinosa-Curiel, I. E., y Fernández-Zepeda, J. A. (2011). Dimods: aplicación al modelo MoProSoft (primera edición). México: CICESE.

8.3 Trabajo futuro

Actualmente existen muchos retos para facilitar la adopción de los PRM en las MIPYME. A continuación se explica brevemente algunos de los retos más importantes:

- *Analizar la relación entre los factores de SPI.* En este estudio se identificaron los factores que influyen en las iniciativas de SPI en las MIPYME y las relaciones que existen entre ellos; sin embargo, no se estableció su grado de interrelación. Actualmente, existe poca información acerca de cuál es el grado de relación de los factores de SPI en las MIPYME. Por lo tanto, es importante examinar el grado de influencia que tienen los factores de SPI entre sí. Por ejemplo, el grado de influencia del clima organizacional en la iniciativa de SPI.

- *Elaborar metodologías y herramientas de apoyo.* El modelo de adopción propuesto sugiere las actividades que deben realizar las MIPYME para adoptar un PRM pero no indica cómo realizar dichas actividades. En este sentido, es necesario analizar las principales actividades del modelo de adopción para proponer metodologías que especifiquen cómo realizar dichas actividades, y que a su vez, se adapten a las características y restricciones de las MIPYME.
- *Instrumentos de valoración.* Es necesario elaborar instrumentos que faciliten a las MIPYME medir los factores psicosociales del cambio durante una iniciativa de SPI. Por ejemplo, la resistencia al cambio, la motivación y compromiso, y el clima organizacional. En esta investigación se elaboraron las primeras propuestas de algunos instrumentos de valoración; sin embargo, por restricciones de tiempo no se terminaron. Por lo tanto, se planea continuar su elaboración y validación en un futuro.
- *Evaluar el modelo de adopción.* En esta investigación se considera que es importante realizar algunos estudios de caso para evaluar el grado de apoyo que ofrece el modelo al proceso de adopción de un PRM en las MIPYME, y para identificar algunas limitaciones o áreas de mejora del modelo.
- *Evaluar el marco de competencias.* En esta investigación se considera que es importante realizar una evaluación más detallada del marco de competencias para los roles de SPI. Esta evaluación tendría como objetivo identificar si algunas de las competencias o de los comportamientos no son relevantes para las iniciativas de SPI, o si es necesario considerar nuevas competencias o comportamientos. Por otra parte, es necesario evaluar empíricamente cuáles competencias tienen un impacto positivo en las iniciativas de SPI.
- *Desarrollar un modelo alternativo de reconocimiento para las MIPYME.* Actualmente, las MIPYME se reconocen por el nivel de madurez de procesos que poseen en algún PRM; sin embargo, contar con una certificación no garantiza que las empresas terminen los proyectos en el tiempo y el costo planeado. Por el

contrario, pueden existir empresas que tengan buenas prácticas de desarrollo de software y mucha experiencia en ciertos tipos de proyectos, pero que no estén certificadas. Debido a lo anterior, es importante explorar nuevos criterios para reconocer las características y capacidades de las MIPYME de desarrollo de software.

- *Estudiar la relación entre las iniciativas de SPI y el éxito en el negocio en las MIPYME.* Las iniciativas de SPI en las MIPYME se inician como una estrategia para mejorar los procesos y consecuentemente lograr los objetivos del negocio; sin embargo, actualmente existe poca evidencia empírica de dicha relación. Por lo tanto, es importante examinar si una iniciativa de SPI tiene efectos positivos en los objetivos del negocio.

Referencias bibliográficas

- Aaen, I. (2003). Software process improvement: Blueprints versus recipes. *IEEE Software*, 20(5), 86-93. doi:10.1109/MS.2003.1231159
- Abrahamsson, P. (2001). Commitment development in software process improvement: critical misconceptions. *Proceedings of the 23rd International Conference on Software Engineering* (pp. 71-80). Toronto, Ontario, Canada: IEEE Computer Society.
- Adolph, S., Hall, W., y Kruchten, P. (2011). Using grounded theory to study the experience of software development. *Empirical Software Engineering*, 16(4), 487-513. doi:10.1007/s10664-010-9152-6
- Ahonen, J., y Sihvonen, H.-M. (2005). How Things Should Not Be Done: A Real-World Horror Story of Software Engineering Process Improvement. En I. Richardson, P. Abrahamsson, y R. Messnarz (Eds.), *Software Process Improvement*, Lecture Notes in Computer Science (Vol. 3792, pp. 59-70). Springer Berlin / Heidelberg.
- Alexandre, S., Renault, A., y Habra, N. (2006). OWPL: A Gradual Approach for Software Process Improvement In SMEs. *Proceedings of the 32nd Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications* (pp. 328-335). doi:10.1109/EUROMICRO.2006.48
- Allen, P., Ramachandran, M., y Abushama, H. (2003). PRISMS: an approach to software process improvement for small to medium enterprises. *Proceedings of the Third International Conference on Quality Software*. (pp. 211-214). doi:10.1109/QSIC.2003.1319105
- Applegate, L. M. (1994). Managing in an Information Age: Transforming the Organization for the 1990s. *Proceedings of the IFIP WG8.2 Working Conference on Information Technology and New Emergent Forms of Organizations: Transforming Organizations with Information Technology* (pp. 15-94). North-Holland Publishing.
- Argüelles, A., y Gonczi, A. (2000). *Competency Based Education and Training: A World Perspective*. Colección Reflexión y análisis. México: Limusa.
- Baddoo, N., y Hall, T. (2002). Motivators of Software Process Improvement: an analysis of practitioners' views. *Journal of Systems and Software*, 62(2), 85-96. doi:10.1016/S0164-1212(01)00125-X

- Baddoo, N., y Hall, T. (2003). De-motivators for software process improvement: an analysis of practitioners' views. *Journal of Systems and Software*, 66(1), 23-33. doi:10.1016/S0164-1212(02)00060-2
- Batista, J., y Figueiredo, A. D. D. (2000). SPI in a very small team: a case with CMM. *Software Process: Improvement and Practice*, 5(4), 243-250.
- Becker-Kornstaedt, U., Scott, L., y Zettel, J. (2000). Process engineering with Spearmint/EPG. *Proceedings of the 22nd International Conference on Software Engineering* (pp. 791-801). doi:10.1145/337180.337646
- Beecham, S., Hall, T., y Rainer, A. (2003). Software process improvement problems in twelve software companies: an empirical analysis. *Empirical Software Engineering*, 8(1), 7-42. doi:10.1023/A:1021764731148
- Bluman, A. (2006). *Elementary Statistics: A Step by Step Approach* (Sexta edición.). New York, USA: McGraw-Hill.
- Borjesson, A., y Mathiassen, L. (2004). Successful process implementation. *IEEE Software*, 21(4), 36 - 44. doi:10.1109/MS.2004.27
- Boyatzis, R. E. (1982). *The Competent Manager*. John Wiley and Sons.
- Bridges, W. (2009). *Managing Transitions: Making the Most of Change*. Da Capo Press.
- Brodman, J. G., y Johnson, D. L. (1994). What small businesses and small organizations say about the CMM. *Proceedings of the 16th International Conference on Software Engineering* (pp. 331-340). doi:10.1109/ICSE.1994.296795
- Buzan, T. (1996). *The mind map book: how to use radiant thinking to maximize your brain's untapped potential*. NY, USA: Plume.
- Cao, G., Clarke, S., y Lehaney, B. (2003). Diversity management in organizational change: towards a systemic framework. *Systems Research and Behavioral Science*, 20(3), 231-242. doi:10.1002/sres.530
- Carroll, A., y McCrackin, J. (2008). The Competent Use of Competency-Based Strategies for Selection and Development. *Performance Improvement Quarterly*, 11(3), 45-63. doi:10.1111/j.1937-8327.1998.tb00099.x
- Cater-Steel, A. P. (2001). Process improvement in four small software companies. *Proceedings of the 2001 Australian Software Engineering Conference* (pp. 262-272). doi:10.1109/ASWEC.2001.948520
- Chacón, G. (2005). Herramienta para el Diagnóstico de la Resistencia al Cambio durante el Desarrollo de Proyectos Mayores. *Estudios gerenciales*, 21(96), 57-106.

- Checkland, P. (1990). *Soft Systems Methodology in Action*. New York: Wiley & Sons.
- Christiansen, M., y Johansen, J. (2008). ImprovAbility guidelines for low-maturity organizations. *Software Process: Improvement and Practice*, 13(4), 319-325.
- Chroust, G. (2002). Soft Factors Impeding the Adoption of Process Models. *Proceedings of the 28th Euromicro Conference* (pp. 388-394). IEEE Computer Society.
doi:10.1109/EURMIC.2002.1046235
- Coleman, G., y O'Connor, R. (2007). Using grounded theory to understand software process improvement: A study of Irish software product companies. *Information and Software Technology*, 49(6), 654-667.
- Coleman, G., y O'Connor, R. (2008). Investigating software process in practice: A grounded theory perspective. *Journal of Systems and Software*, 81(5), 772-784.
- Conner, D. R., y Patterson, R. W. (1982). Building Commitment to Organizational Change. *Training and Development Journal*, 36(4), 18-30.
- Dangle, K. C., Larsen, P., Shaw, M., y Zelkowitz, M. V. (2005). Software process improvement in small organizations: a case study. *Software, IEEE*, 22(6), 68-75.
doi:10.1109/MS.2005.162
- Demirörs, O., y Demirörs, E. (1998). Software Process Improvement in a Small Organization: Difficulties and Suggestions. En V. Gruhn (Ed.), *Software Process Technology*, Lecture Notes in Computer Science (Vol. 1487, pp. 1-12). Springer Berlin Heidelberg.
- Denning, P. J. (2005). Is computer science science? *Commun. ACM*, 48(4), 27-31.
doi:10.1145/1053291.1053309
- Dittrich, Y., Rönkkö, K., Eriksson, J., Hansson, C., y Lindeberg, O. (2008). Cooperative Method Development. *Empirical Software Engineering*, 13(3), 231-260.
doi:10.1007/s10664-007-9057-1
- Dubois, D. D. (1993). *Competency-based Performance Improvement: a Strategy for Organizational Change*. Human Resource Development Press.
- Dybå, T. (2000). An Instrument for Measuring the Key Factors of Success in Software Process Improvement. *Empirical Software Engineering*, 5(4), 357-390.
doi:10.1023/A:1009800404137
- Eisenbach, R., Watson, K., y Pillai, R. (1999). Transformational leadership in the context of organizational change. *Journal of Organizational Change Management*, 12(2), 80-89. doi:10.1108/09534819910263631

- Espinosa-Curiel, I. (2008). *Modelo de adopción de la norma mexicana del software MoProSoft, en las MIPYME* (Tesis de Maestría). Departamento de Ciencias de la Computación. CICESE.
- Espinosa-Curiel, I. E., Rodríguez-Jacobo, J., y Fernández-Zepeda, J. A. (2010). Graphical technique to support the teaching/learning process of software process reference models. En A. Riel, R. O'Connor, S. Tichkiewitch, y R. Messnarz (Eds.), *Systems, Software and Services Process Improvement*, Communications in Computer and Information Science (Vol. 99, pp. 13-24). Springer Berlin Heidelberg.
- Espinosa-Curiel, I. E., Rodríguez-Jacobo, J., y Fernández-Zepeda, J. A. (2011). A competency framework for the stakeholders of a software process improvement initiative. *Proceedings of the 2011 International Conference on Software and Systems Process* (pp. 139-148). ACM. doi:10.1145/1987875.1987898
- Espinosa-Curiel, I. E., Rodríguez-Jacobo, J., y Fernández-Zepeda, J. A. (2013). A framework for evaluation and control of the factors that influence the software process improvement in small organizations. *Journal of Software: Evolution and Process*, 25(4), 393-406. doi:10.1002/smr.569
- Fayad, M. E., Laitinen, M., y Ward, R. P. (2000). Thinking objectively: software engineering in the small. *Commun. ACM*, 43(3), 115-118. doi:10.1145/330534.330555
- García, I., Pacheco, C., Mendoza, E., Calvo-Manzano, J. A., Cuevas, G., y San Feliu, T. (2012). Managing the software process with a software process improvement tool in a small enterprise. *Journal of Software: Evolution and Process*, 24(5), 481-491. doi:10.1002/smr.504
- García-Míreles, G. (2003). *El Proceso de desarrollo de software en una organización* (Tesis de Maestría). Departamento de Ciencias de la Computación. CICESE.
- Gremba, J., y Myers, C. (1997). *The IDEAL(SM) Model: A Practical Guide for Improvement* (Technical Report). Software Engineering Institute (SEI): Technical Report. Software Engineering Institute (SEI) - Carnegie Mellon University. Recuperado a partir de <http://www.sei.cmu.edu/ideal/ideal.bridge.html>
- Groves, K. S. (2006). Leader emotional expressivity, visionary leadership, and organizational change. *Leadership & Organization Development Journal*, 27(7), 566-583. doi:10.1108/01437730610692425
- Guerrero, F., y Eterovic, Y. (2004). Adopting the SW-CMM in a small IT organization. *Software, IEEE*, 21(4), 29-35. doi:10.1109/MS.2004.3

- Guo, Y., y Seaman, C. B. (2008). A survey of software project managers on software process change. *Proceedings of the Second ACM-IEEE international symposium on Empirical Software Engineering and Measurement* (pp. 263-269). ACM. doi:10.1145/1414004.1414046
- Habra, N., Alexandre, S., Desharnais, J.-M., Laporte, C. Y., y Renault, A. (2008). Initiating software process improvement in very small enterprises: Experience with a light assessment tool. *Information and Software Technology*, 50(7-8), 763-771. doi:10.1016/j.infsof.2007.08.004
- Hall, T., Rainer, A., y Baddoo, N. (2002). Implementing software process improvement: an empirical study. *Software Process: Improvement and Practice*, 7(1), 3-15. doi:10.1002/spip.150
- Harrington, H. J., Conner, D., y Horney, N. (1999). *Project Change Management*. McGraw-Hill Companies.
- Herbsleb, J. D., y Goldenson, D. R. (1996). After the Apraisal: A systematic survey of CMM experience and results. *Proceedings of the 18th International Conference on Software Engineering* (pp. 323-330). IEEE.
- Horvat, R. V., Rozman, I., y Gyorkos, J. (2000). Managing the Complexity of SPI in Small Companies. *Software Process: Improvement and Practice*, 5(1), 45-54. doi:10.1002/(SICI)1099-1670(200003)5:1<45::AID-SPIP110>3.0.CO;2-2
- Hsieh, H.-F., y Shannon, S. E. (2005). Three Approaches to Qualitative Content Analysis. *Qualitative Health Research*, 15(9), 1277-1288. doi:10.1177/1049732305276687
- Humphrey, W. S. (1989). *Managing the Software Process*. Addison-Wesley Professional.
- Humphrey, W. S. (2000). Software - A performing science? *Annals of Software Engineering*, 10(1-4), 261-271.
- Humphrey, W. S. (2002). Three Process Perspectives: Organizations, Teams, and People. *Annals of Software Engineering*, 14(1-4), 39-72.
- Humphrey, W. S. (2007). Software process improvement - A personal view: How it started and where it is going. *Software Process: Improvement and Practice*, 12(3), 223-227. doi:10.1002/spip.324
- Hurtado, J. A., Pino, F. J., Vidal, J. C., Pardo, C., y Fernández, L. E. (2008). AGILE SPI: Software Process Agile Improvement, a Colombian Approach to Software Process Improvement in Small Software Organizations. *Software Process Improvement for Small and Medium Enterprises: Techniques and Case Studies* (pp. 177-192). Idea Group Inc.

- Hyde, K., y Wilson, D. (2004). Intangible benefits of CMM-based software process improvement. *Software Process: Improvement and Practice*, 9(4), 217-228. doi:10.1002/spip.205
- Iverson, R. D. (1996). Employee acceptance of organizational change: the role of organizational commitment. *The International Journal of Human Resource Management*, 7(1), 122-149. doi:10.1080/09585199600000121
- Johansen, J., y Pries-Heje, J. (2007). Success With Improvement - Requires the Right Roles to be Enacted- in Symbiosis. *Software Process: Improvement and Practice*, 12(6), 529-539. doi:10.1002/spip.348
- Kaltio, T., y Kinnula, A. (2000). Deploying the defined SW process. *Software Process: Improvement and Practice*, 5(1), 65-83. doi:10.1002/(SICI)1099-1670(200003)5:1<65::AID-SPIP112>3.0.CO;2-R
- Kautz, K. (1998). Software process improvement in very small enterprises: does it pay off? *Software Process: Improvement and Practice*, 4(4), 209-226. doi:10.1002/(SICI)1099-1670(199812)4:4<209::AID-SPIP105>3.0.CO;2-8
- Kautz, K. (1999). Making sense of measurement for small organizations. *Software, IEEE*, 16(2), 14 -20. doi:10.1109/52.754047
- Kautz, K., Hansen, H. W., y Thaysen, K. (2000). Applying and adjusting a software process improvement model in practice: the use of the IDEAL model in a small software enterprise. *Proceedings of the 2000 International Conference on Software Engineering* (pp. 626-633). doi:10.1109/ICSE.2000.870456
- Kautz, K., Westergaard, H., y Thaysen, K. (2001). Understanding and changing software organisations: an exploration of four perspectives on software process improvement. *Scandinavian Journal of Information Systems*, 13, 31-50.
- Kelly, D. P., y Culleton, B. (1999). Process Improvement for Small Organizations. *Computer*, 32(10), 41-47.
- Kotter, J. P. (1995). Leading Change: Why Transformation Efforts Fail. *Harvard Business Review*, 73(2), 59-67.
- Kotter, J., y Schlesinger, L. (1979). Choosing strategies for change. *Harv Bus Rev*, 57(2), 106-114.
- Kuvaja, P., Palo, J., y Bicego, A. (1999). TAPISTRY- Software Process Improvement Approach Tailored for Small Enterprises. *Software Quality Control*, 8(2), 149-156.
- Lepasaar, M., Varkoi, T., y Jaakkola, H. (2001). Models and Success Factors of Process Change. En F. Bomarius y S. Komi-Sirviö (Eds.), *Product Focused Software*

- Process Improvement*, Lecture Notes in Computer Science (Vol. 2188, pp. 68-77). Springer Berlin Heidelberg.
- Lewin, K. (1947). Frontiers in Group Dynamics: Concept, Method and Reality in Social Science; Social Equilibria and Social Change. *Human Relations*, 1(1), 5-41. doi:10.1177/001872674700100103
- Lok, P., y Crawford, J. (1999). The relationship between commitment and organizational culture, subculture, leadership style and job satisfaction in organizational change and development. *Leadership & Organization Development Journal*, 20(7), 365-374. doi:10.1108/01437739910302524
- Lucia, A. D., y Lepsinger, R. (1999). *The Art and Science of Competency Models: Pinpointing Critical Success Factors in Organizations* (1.^a ed.). Pfeiffer.
- Marrelli, A. F. (1998). An introduction to competency analysis and modeling. *Performance Improvement*, 37(5), 8-17. doi:10.1002/pfi.4140370505
- Marrelli, A. F., Tondora, J., y Hoge, M. A. (2005). Strategies for Developing Competency Models. *Administration and Policy in Mental Health and Mental Health Services Research*, 32(5), 533-561. doi:10.1007/s10488-005-3264-0
- Mathiassen, L., Ngwenyama, O. K., y Aaen, I. (2005). Managing change in software process improvement. *IEEE Software*, 22(6), 84-91. doi:10.1109/MS.2005.159
- Mayer, y Bunge. (2004). *Panorama de la industria del software en latinoamérica*. Brasil: Mayer & Bunge Informática LTDA.
- Mc Caffery, F., Taylor, P. S., y Coleman, G. (2007). Adept: A Unified Assessment Method for Small Software Companies. *Software, IEEE*, 24(1), 24-31. doi:10.1109/MS.2007.3
- McClelland, D. (1998). Identifying Competencies with Behavioral-Event Interviews. *Psychological Science*, 9(5), 331-339. doi:10.1111/1467-9280.00065
- McClelland, D. C. (1973). Testing for Competence Rather than for «Intelligence». *The American Psychologist*, 28(1), 1-14.
- Menzel, C., y Mayer, R. (2006). The IDEF Family of Languages. En P. Bernus, K. Mertins, y G. Schmidt (Eds.), *Handbook on Architectures of Information Systems*, International Handbooks on Information Systems (pp. 215-249). Springer Berlin Heidelberg.
- Mohd Hairul Nizam Md. Nasir, Ahmad, R., y Hassan, N. H. (2008). Resistance factors in the implementation of software process improvement project. *International*

Symposium on Information Technology (Vol. 4, pp. 1-10).
doi:10.1109/ITSIM.2008.4631933

- Moitra, D. (2005). Managing organizational change for software process improvement. En S. T. Acuña y N. Juristo (Eds.), *Software Process Modeling*, The Kluwer International Series in Software Engineering (Vol. 10, pp. 163-185). New York: Springer-Verlag.
- Montoni, M. A., Rocha, A. R., y Weber, K. C. (2009). MPS.BR: a successful program for software process improvement in Brazil. *Software Process: Improvement and Practice*, 14(5), 289-300. doi:10.1002/spip.428
- Montoni, M., y Rocha, A. (2007). A Methodology for Identifying Critical Success Factors That Influence Software Process Improvement Initiatives: An Application in the Brazilian Software Industry. *Software Process Improvement* (pp. 175-186).
- Montoni, M., Santos, G., Rocha, A., Figueiredo, S., Cabral, R., Barcellos, R., Barreto, A., et al. (2006). Taba Workstation: Supporting Software Process Deployment Based on CMMI and MR-MPS.BR. En J. Münch y M. Vierimaa (Eds.), *Product-Focused Software Process Improvement*, Lecture Notes in Computer Science (Vol. 4034, pp. 249-262). Springer Berlin / Heidelberg.
- Müller, S. D., Mathiassen, L., y Balshøj, H. H. (2010). Software Process Improvement as organizational change: A metaphorical analysis of the literature. *Journal of Systems and Software*, 83(11), 2128-2146. doi:10.1016/j.jss.2010.06.017
- Ngwenyama, O., y Nielsen, P. A. (2003). Competing values in software process improvement: an assumption analysis of CMM from an organizational culture perspective. *Engineering Management, IEEE Transactions on*, 50(1), 100-112. doi:10.1109/TEM.2002.808267
- Niazi, M., Wilson, D., y Zowghi, D. (2006a). Implementing Software Process Improvement Initiatives: An Empirical Study. En J. Münch y M. Vierimaa (Eds.), *Product-Focused Software Process Improvement*, Lecture Notes in Computer Science (Vol. 4034, pp. 222-233). Springer Berlin / Heidelberg.
- Niazi, M., Wilson, D., y Zowghi, D. (2006b). Critical success factors for software Process Improvement Implementation: an Empirical Study. *Software Process: Improvement and Practice*, 11(2), 193-211. doi:10.1002/spip.261
- O'Hara, F. (2000). European experiences with software process improvement. *Proceedings of the 2000 International Conference on Software Engineering* (pp. 635-640). ACM. doi:10.1145/337180.337495

- Oktaba, H., García, F., Piattini, M., Ruiz, F., Pino, F. J., y Alquicira, C. (2007). Software Process Improvement: The Competisoft Project. *Computer*, 40(10), 21-28. doi:10.1109/MC.2007.361
- Ould, M. A. (1995). *Business Processes : Modelling and Analysis for Re-Engineering and Improvement*. England: John Wiley & Sons.
- Pettersson, F., Ivarsson, M., Gorschek, T., y Öhman, P. (2008). A practitioner's guide to light weight software process assessment and improvement planning. *Journal of Systems and Software*, 81(6), 972-995. doi:10.1016/j.jss.2007.08.032
- Pierce, S., Pravikoff, D., y Tanner, A. (2003). Information Literacy: Instrument Development to Measure Competencies and Knowledge Among Nursing Educators, Nursing Administrators, and Nursing Clinicians: A Pilot Study. *Proceedings of the Annual Symptom of the American Medical Informatics Association*, 971-971.
- Pino, F., Garcia, F., y Piattini, M. (2009). Key processes to start software process improvement in small companies. *Proceedings of the 2009 ACM symposium on Applied Computing* (pp. 509-516). ACM. doi:10.1145/1529282.1529389
- Pino, F., García, F., y Piattini, M. (2008). Software process improvement in small and medium software enterprises: a systematic review. *Software Quality Journal*, 16(2), 237-261. doi:10.1007/s11219-007-9038-z
- Pino, Hurtado, J., Vidal, J., García, F., y Piattini, M. (2009). A Process for Driving Process Improvement in VSEs. En Q. Wang, V. Garousi, R. Madachy, y D. Pfahl (Eds.), *Trustworthy Software Development Processes*, Lecture Notes in Computer Science (Vol. 5543, pp. 342-353). Springer Berlin Heidelberg. Recuperado a partir de http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-01680-6_31
- Poppendieck, M., y Cusumano, M. A. (2012). Lean Software Development: A Tutorial. *IEEE Software*, 29(5), 26-32.
- Qin, S. (2007). Managing Process Change in Software Organizations: Experience and Reflection. *Software Process: Improvement and Practice*, 12(5), 429-435. doi:10.1002/spip.338
- Rainer, A., y Hall, T. (2002). Key Success Factors for Implementing Software Process Improvement: A Maturity-based Analysis. *Journal of Systems and Software*, 62(2), 71-84. doi:10.1016/S0164-1212(01)00122-4
- Rashid, M. Z. A., Sambasivan, M., y Rahman, A. A. (2004). The influence of organizational culture on attitudes toward organizational change. *Leadership & Organization Development Journal*, 25(2), 161-179. doi:10.1108/01437730410521831

- Richardson, I. (2002). SPI Models: What Characteristics Are Required for Small Software Development Companies? *Software Quality - ECSQ 2002*, Lecture Notes in Computer Science (Vol. 2349, pp. 100-113). Springer Berlin Heidelberg.
- Richardson, I., y Gresse von Wangenheim, C. (2007). Guest Editors' Introduction: Why are Small Software Organizations Different? *Software, IEEE*, 24(1), 18-22. doi:10.1109/MS.2007.12
- Rivera-Ibarra, J. G., Rodríguez-Jacobo, J., Serrano-Vargas, M. A., y Fernández-Zepeda, J. A. (2010). Competency Framework for Software Engineers. *Proceedings of the 23rd IEEE Conference on Software Engineering Education and Training (CSEE&T)* (pp. 33-40). IEEE Computer Society. doi:http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/CSEET.2010.21
- Robson, C. (2002). *Real World Research: A Resource for Social Scientists and Practitioner-researchers* (2.^a ed.). John Wiley & Sons.
- Rodríguez-Jacobo, J., Espinosa-Curiel, I. E., y Fernández-Zepeda, J. A. (2011). *Dimods: aplicación al modelo MoProSoft* (1.^a ed.). México: CICESE.
- Runeson, P., y Höst, M. (2009). Guidelines for Conducting and Reporting Case Study Research in Software Engineering. *Empirical Software Engineering*, 14(2), 131-164. doi:10.1007/s10664-008-9102-8
- Schneider, B., Brief, A. P., y Guzzo, R. A. (1996). Creating a climate and culture for sustainable organizational change. *Organizational Dynamics*, 24(1), 7-19.
- Scott, L., Jeffery, R., Carvalho, L., D'Ambra, J., y Rutherford, P. (2001). Practical Software Process Improvement - the IMPACT Project. *Proceedings of the 2001 Australian Software Engineering Conference* (pp. 182-189). doi:10.1109/ASWEC.2001.948512
- Secretaría de Economía. (2004). *Estudio del perfil de la industria mexicana de software para definir los nichos de mercado internacional acordes al perfil y competitividad de la industria*. México.
- Secretaría de Economía. (2010). *Programa para el desarrollo de la industria del software (PROSOFT)*. <http://www.economia.gob.mx/?P=1128>.
- Software Engineering Institute. (2010). Process Maturity Profile: CMMi For Development SCAMPI Class A Apraissal Result 2010 Mid-Year Update. Carnegie Mellon Univ.
- Sol, H. G. (1983). A Feature Analysis of Information Systems Design Methodologies: Methodological Considerations. En T. W. Olle, C. J. Tully, y H. G. Sol (Eds.),

Proceedings of the IFIP WG 8.1 Working Conference on Feature Analysis of Information Systems Design Methodologies (pp. 1-8). Elsevier Science Ltd.

- Song, X., y Osterweil, L. J. (1992). Toward objective, systematic design-method comparisons. *IEEE Software*, 9(3), 43-53. doi:10.1109/52.136166
- Song, X., y Osterweil, L. J. (1994). Experience with an approach to comparing software design methodologies. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 20(5), 364-384. doi:10.1109/32.286419
- Spencer, L. (1993). *Competence at work : models for superior performance*. New York: John Wiley & Sons.
- Standish Group. (2009). *CHAOS Summary 2009*. The Standish Group.
- Staples, M., Niazi, M., Jeffery, R., Abrahams, A., Byatt, P., y Murphy, R. (2007). An Exploratory Study of Why Organizations do not Adopt CMMI. *Journal of Systems and Software*, 80(6), 883-895.
- Stelzer, D., y Mellis, W. (1999). Success Factors of Organizational Change in Software Process Improvement. *Software Process: Improvement and Practice*, 4(4), 227-250. doi:10.1002/(SICI)1099-1670(199812)4:4<227::AID-SPIP106>3.0.CO;2-1
- Stokes, D. (2001). *Small Business Management: A Case Study Approach*. Continuum International Publishing Group, Limited.
- Strauss, A., y Corbin, J. (1998). *Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory*. CA, USA: Sage.
- UNCTAD. (2012). *Information Economy Report 2012*. The Software Industry and Developing Countries (p. 142). New York y Geneva: United Nations.
- Valtanen, A., y Ahonen, J. J. (2008). Big Improvements with Small Changes: Improving the Processes of a Small Software Company. En A. Jedlitschka y O. Salo (Eds.), *Product-Focused Software Process Improvement*, Lecture Notes in Computer Science (Vol. 5089, pp. 258-272). Springer Berlin Heidelberg.
- Van de Ven, A. H., y Poole, M. S. (1995). Explaining Development and Change in Organizations. *The Academy of Management Review*, 20(3), 510-540.
- Villalón, J. A. C.-M., Agustín, G. C., Gilabert, T. S. F., Seco, A. D. A., Sánchez, L. G., y Cota, M. P. (2002). Experiences in the Application of Software Process Improvement in SMES. *Software Quality Control*, 10(3), 261-273.

- Vleuten, C. P. M. (1996). The Assessment of Professional Competence: Developments, Research and Practical Implications. *Advances in Health Sciences Education*, 1(1), 41-67. doi:10.1007/BF00596229
- Wangenheim, C. G. von, Weber, S., Hauck, J. C. R., y Trentin, G. (2006). Experiences on establishing software processes in small companies. *Information and Software Technology*, 48(9), 890-900. doi:10.1016/j.infsof.2005.12.010
- Ward, R. P., Fayad, M. E., y Laitinen, M. (2001). Thinking objectively: software process improvement in the small. *Commun. ACM*, 44(4), 105-107. doi:10.1145/367211.367291
- Zeineddine, R., y Mansour, N. (2003). Software Quality Improvement Model for Small Organizations. *Computer and Information Sciences*, Lecture Notes in Computer Science (Vol. 2869, pp. 1027-1034). Springer Berlin Heidelberg.

Apéndice 1. Marco de factores de SPI

La Tabla 29 muestra la nomenclatura de las propiedades de los factores. Si se requiere más información de estas propiedades consultar el Capítulo 2.

Tabla 29. Nomenclatura de las propiedades de los factores.

Propiedad	Sub-clasificación	Escala de evaluación
A. Incidencia en la etapa	Pre-adopción (σ_1) Uso general (σ_2) Uso continuo (σ_3)	1=muy bajo 2=bajo 3=medio 4=alto 5=muy alto
B. Propuesta	Estrategia técnica (T) Estrategia social (S) estrategia personal (P)	$1 \leq \alpha, \beta, \gamma \leq 8$ donde $\alpha + \beta + \gamma = 10$
C. Impacto	Personas (ϵ_1) Organización (ϵ_2) Proyecto de mejora (ϵ_3) Procesos de desarrollo (ϵ_4)	1=leve 2=moderado 3=severo
D. Complejidad		1=fácil 2=moderado 3=difícil
E. Duración		1=breve 2=moderado 3=extenso
F. Costo		1=económico 2=moderado 3=elevado
G. Persistencia		1=infrecuente 2=frecuente 3=muy frecuente
H. Reacciones en cadena		1=bajo 2=moderado 3=alto
I. Identificación		1=fácil 2=moderado 3=difícil
J. Comunicación		1=fácil 2=moderado 3=difícil

Tabla 30. Factores externos de SPI.

Factores externos de SPI																				
Factor de SPI descripción		A			B			C				D	E	F	G	H	I	J		
		σ_1	σ_2	σ_3	π_1	π_2	π_3	ε_1	ε_2	ε_3	ε_4									
Entorno organizacional																				
1	Disposición de apoyos económicos para SPI Nivel de disposición de apoyos económicos para realizar una iniciativa de SPI	5	4	1	-	-	-	3	3	3	3	-	-	-	-	3	1	1		
2	Presión del mercado Nivel en el que el mercado exige contar con un PRM	5	3	3	-	-	-	3	3	3	3	-	-	-	-	3	1	1		
3	Satisfacción de los clientes Nivel de cumplimiento de los requisitos y exigencias de los clientes en los proyectos y los productos	5	3	3	-	-	-	3	3	3	3	-	-	-	-	3	1	1		
PRM																				
1	Compatibilidad del PRM con las características de la organización El grado en el que el PRM es compatible con las características de la organización	5	4	1	-	-	-	3	3	3	3	-	-	-	-	3	1	1		
2	Compatibilidad del PRM con los proyectos de la organización El grado en el que el PRM es compatible con las características de los proyectos y productos de la organización	5	4	1	-	-	-	3	3	3	3	-	-	-	-	2	2	1		
3	Conocimientos y habilidades requeridas por el PRM Nivel de conocimientos y habilidades requeridos por el PRM	3	5	2	-	-	-	3	2	3	3	-	-	-	-	2	2	2		
4	Metodologías de apoyo a la implantación PRM Nivel de eficiencia de metodologías y guías de apoyo a la implantación del PRM	4	5	1	-	-	-	3	2	3	3	-	-	-	-	2	2	2		
5	Tecnologías y herramientas de soporte para el PRM El nivel de eficiencia de las tecnologías y herramientas de soporte para el PRM	4	5	2	-	-	-	3	3	3	3	-	-	-	-	2	2	1		
6	Experiencias y casos de estudio de la implantación del PRM Nivel de existencia y detalle de información acerca de experiencias y casos de estudio de implementación del PRM	5	3	1	-	-	-	3	2	3	3	-	-	-	-	2	2	2		
Consultores																				
1	Conocimientos y habilidades en SPI y en los PRM Nivel de conocimientos y habilidades de los consultores en SPI y en el PRM que adoptará la organización	5	5	3	-	-	-	3	3	3	3	-	-	-	-	3	2	1		
2	Conocimientos y habilidades para gestionar el cambio Nivel de conocimientos y habilidades de los consultores en SPI para gestionar el cambio organizacional	4	5	4	-	-	-	3	3	3	1	-	-	-	-	3	2	1		
3	Conocimientos y habilidades para integrar equipos de SPI Nivel de conocimientos y habilidades de los consultores en SPI para integrar el equipo de SPI	5	4	2	-	-	-	3	1	3	1	-	-	-	-	3	2	1		
4	Experiencia en iniciativas de SPI Nivel de experiencias de los consultores en SPI	5	5	3	-	-	-	2	2	3	3	-	-	-	-	3	2	1		

Tabla 31. Factores internos de SPI – Políticas y estrategia organizacional.

Factores internos de SPI																		
Factor de SPI descripción		A			B			C				D	E	F	G	H	I	J
		σ_1	σ_2	σ_3	π_1	π_2	π_3	ε_1	ε_2	ε_3	ε_4							
Políticas y estrategia organizacional																		
1	Estabilidad de la organización Nivel de peligro de desaparecer que tiene la organización por aspectos sociales, políticos y financieros	5	3	3	T8	S1	P1	3	3	3	3	2	3	2	2	3	1	2
2	Planeación estratégica de la organización Nivel de inclusión de la mejora de procesos en el plan estratégico de la organización	5	4	2	T6	S3	P1	2	3	2	2	3	2	2	2	3	2	2
3	Políticas organizacionales Nivel en que los reglamentos y políticas gerenciales permiten realizar el proyecto de mejora	4	3	3	T2	S6	P2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	3	2
4	Colaboración en SPI con otras compañías Grado en que la organización trabaja en conjunto con otras organizaciones y comparte sus experiencias y conocimientos en SPI	3	3	3	S5	T3	P2	3	3	3	2	2	2	1	2	1	1	2
5	Prioridad asignada a la iniciativa de SPI Nivel de importancia del proyecto de SPI sobre otras necesidades	5	4	2	T3	S4	P3	2	2	3	1	2	2	2	2	3	2	2
6	Visión de la iniciativa de SPI como un proyecto Grado en que la gerencia ve a la iniciativa de SPI como un proyecto	4	4	2	S6	P3	T1	2	2	3	1	1	2	2	2	2	2	2
7	Presupuesto asignado a la iniciativa de SPI La cantidad de recursos asignados al proyecto de SPI	5	4	2	T3	S4	P3	2	2	3	1	2	3	2	2	2	2	3

Tabla 34. Factores internos de SPI – Proceso de desarrollo de software.

Factores internos de SPI																		
Factor de SPI descripción		A			B			C				D	E	F	G	H	I	J
		σ_1	σ_2	σ_3	π_1	π_2	π_3	ϵ_1	ϵ_2	ϵ_3	ϵ_4							
Proceso de desarrollo de software																		
1	Definición de los procesos de desarrollo actuales Nivel de definición de los elementos y relaciones de los procesos actuales	4	5	2	T5	P4	P1	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2
2	Alineación de los procesos con los objetivos de la organización Nivel en el que los procesos ayudan a cumplir los objetivos estratégicos de la organización	4	5	2	T5	P4	P1	2	3	3	3	3	2	2	1	3	1	1
3	Adaptación de los procesos a las características de la organización Nivel en el que los procesos se adaptan a las características y restricciones de la organización	4	5	2	T5	P4	P1	2	3	3	3	3	2	2	1	3	1	1
4	Adaptación de los procesos a las características de los proyectos Nivel en el que los procesos se adaptan a las características y restricciones de los proyectos de software de la organización	4	5	2	T5	P4	P1	2	3	3	3	3	2	2	1	3	1	1
5	Eficiencia en la administración de los proyectos Existencia y nivel de eficiencia de la planeación, implementación y evaluación de los proyectos de desarrollo de software	1	4	5	T8	S1	P1	3	3	2	3	3	3	3	2	2	2	2
6	Análisis post-mortem de los proyectos Nivel de realización de análisis post-mortem de los proyectos de desarrollo	1	1	5	T5	S3	P2	2	3	2	3	2	2	1	2	2	1	1
7	Administración de la calidad Existencia y nivel de eficiencia de los mecanismos de administración de la calidad en la organización.	1	4	5	T8	S1	P1	2	3	2	3	3	3	3	2	3	2	2
8	Métricas de procesos y proyectos Existencia y nivel de eficiencia de los mecanismos de medición de los proyectos de desarrollo de software	1	1	5	T8	S1	P1	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2
9	Integración y colaboración en el equipo de desarrollo El grado de relación y colaboración que existe en el equipo de desarrollo	5	4	1	P5	S4	T1	3	2	3	1	3	3	2	2	3	1	1
10	Tecnologías y herramientas de soporte para el desarrollo Existencia y nivel de eficiencia de tecnologías y herramientas de soporte para el desarrollo de software	3	5	3	T8	S1	P1	2	2	3	3	2	2	3	1	2	1	1
11	Administración del conocimiento de los proyectos Nivel de sistematización, utilización y explotación de las experiencias, conocimientos y documentos en la organización	3	4	5	T8	S1	P1	3	2	2	3	2	2	2	1	2	1	1
12	Administración de riesgos Nivel de eficiencia de los mecanismos de manejo de riesgos en los proyectos de desarrollo de software	5	4	1	T4	S4	P2	2	3	2	3	2	2	3	3	3	2	1

Tabla 35. Factores internos de SPI – Gerentes.

Factores internos de SPI																					
Factor de SPI descripción		A			B			C				D E F G H I J									
		σ_1	σ_2	σ_3	π_1	π_2	π_3	ε_1	ε_2	ε_3	ε_4										
Gerentes																					
1	Liderazgo de la gerencia Nivel de fuerza, visibilidad, creatividad y eficiencia del liderazgo gerencial	5	3	2	P5	T3	S2	3	3	3	2	2	2	1	2	2	1	2			
2	Conocimientos de la gerencia acerca de los procesos de desarrollo Nivel de conocimientos que tienen los gerentes de los procesos de desarrollo de software de la organización	5	3	2	P5	T3	S2	3	3	3	2	2	2	3	2	3	1	2			
3	Conocimientos de SPI que tiene la gerencia Nivel de entendimiento y claridad de las características del proyecto de mejora que tiene la gerencia. Por ejemplo: el retorno de inversión, los costos y tiempo, los resultados potenciales, etc.	5	3	2	S5	P3	T2	3	3	3	2	2	2	3	2	3	1	2			
4	Sensibilización al cambio organizacional Nivel de entendimiento y claridad de los cambios organizacionales requeridos por la iniciativa de SPI y de cómo se pueden lograr dichos cambios	4	5	2	S5	P3	T2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2			
5	Habilidades de la gerencia para crear la visión de iniciativa de SPI Nivel de habilidades que tienen la gerencia para patrocinar y guiar el proyecto de SPI	5	3	2	S5	P3	T2	3	3	3	2	2	2	3	2	3	1	2			
6	Realismo de las expectativas de la gerencia de la iniciativa Nivel de claridad y realismo de las expectativas de la iniciativa de SPI que tiene la gerencia	5	3	2	S6	P3	T1	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1			
7	Patrocinio de la gerencia hacia la iniciativa Nivel de visibilidad e intensidad del patrocinio de la gerencia hacia la iniciativa de SPI	2	5	2	T5	S3	P2	3	2	3	2	2	2	3	2	2	1	2			
8	Motivación y compromiso de la gerencia hacia la iniciativa Nivel de motivación, determinación, y sentido de obligación que tiene la gerencia para que se logre el proyecto de mejora	5	3	1	S5	P4	T1	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	3			
9	Participación de la gerencia en la iniciativa de SPI Nivel de participación e involucramiento de los gerentes en el proyecto de mejora	5	3	2	T3	S6	P1	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	2			

Tabla 36. Factores internos de SPI – Miembros de la organización.

Factores internos de SPI																		
Factor de SPI descripción		A			B			C				D	E	F	G	H	I	J
		σ_1	σ_2	σ_3	π_1	π_2	π_3	ε_1	ε_2	ε_3	ε_4							
Miembros de la organización																		
1	Sensibilización y adaptación al cambio organizacional Nivel de positivismo, organización, flexibilidad y proactividad que tiene los empleados durante el proyecto de mejora	5	3	2	P5	S4	T1	3	3	3	2	3	3	3	3	2	2	
2	Disposición a la superación personal y técnica Nivel de búsqueda de superación profesional de los empleados	1	5	3	P5	T3	S2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	
3	Conocimientos de los objetivos del negocio Nivel de conocimiento y comprensión de los objetivos del negocio	3	5	2	T5	P4	S1	1	3	3	1	1	1	1	1	2	1	
4	Conocimiento de las fortalezas y debilidades de la organización Nivel de conocimiento y comprensión de las fortalezas y debilidades de la organización	3	5	2	T5	P4	S1	1	3	3	1	1	2	1	1	2	1	
5	Conocimiento y experiencia en proyectos de software Nivel de capacitación y conocimientos que tienen actualmente los empleados de la organización en ingeniería del software	4	5	1	T5	P4	S1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
6	Habilidades y conocimientos para participar en la iniciativa Nivel de habilidades y conocimientos de los empleados en SPI	3	5	2	P5	T4	S1	3	2	3	2	3	3	3	1	3	1	
7	Experiencia en proyectos de SPI Nivel de experiencia que tienen los empleados en SPI	5	3	2	P6	S2	T2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	1	
8	Capacitación y conocimiento del PRM Nivel de capacitación y conocimientos que tienen actualmente los empleados en el PRM que implementará la organización	3	5	2	T5	P4	S1	3	2	3	2	2	2	2	1	3	1	
9	Tiempo para actividades de SPI Cantidad de tiempo que tienen disponibles los empleados para SPI	5	3	1	P6	T2	S2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	1	
10	Conflictos con sus responsabilidades laborales y en SPI Nivel de conflicto que tienen los empleados entre sus responsabilidades y sus actividades de SPI	5	3	2	P5	T3	S2	3	3	3	2	3	2	3	2	2	1	
11	Comprensión de la iniciativa de SPI Nivel de entendimiento de los beneficios, las metas, los valores y los objetivos de la iniciativa de SPI	5	3	2	P5	S4	T1	3	2	3	2	2	2	2	2	2	1	
12	Confianza en los consultores Nivel de confianza que tienen los empleados en los consultores del SPI	4	5	2	P5	S3	T2	3	3	3	2	3	2	2	1	3	2	
13	Importancia asignada a la iniciativa de SPI Nivel de importancia que dan los empleados a la iniciativa de SPI	5	4	1	P6	S3	T1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
14	Seguridad y optimismo con la iniciativa de SPI Nivel de seguridad y optimismo con los resultados del proyecto de SPI	5	4	1	P4	S4	T2	3	3	3	2	3	2	2	2	2	1	
15	Apoyo y aprobación hacia la iniciativa de SPI Nivel de apoyo y aprobación de los empleados al proyecto de SPI	5	3	2	P5	S4	T1	3	2	3	2	3	2	2	2	2	1	
16	Motivación y compromiso con la iniciativa de SPI Nivel de obligación que sienten los empleados con el proyecto de SPI	5	3	2	P5	S4	T1	3	3	3	2	3	3	3	2	3	1	
17	Involucramiento y contribución con la iniciativa de SPI Nivel de participación de los empleados en el proyecto de SPI	5	3	2	P5	S3	T2	3	3	3	2	3	2	2	1	3	1	
18	Beneficios del proyecto de SPI Nivel de satisfacción que sienten los empleados con los beneficios de la iniciativa de SPI	5	4	2	P5	S3	T2	3	2	3	1	3	1	1	3	3	1	
19	Afectación de la iniciativa de SPI Nivel de afectación que tiene el proyecto de SPI en los empleados	5	4	2	P5	S3	T2	3	2	3	1	3	2	2	3	3	2	

Tabla 37. Factores internos de SPI – Equipo de SPI.

Factores internos de SPI																		
Factor de SPI descripción		A			B			C				D	E	F	G	H	I	J
		σ_1	σ_2	σ_3	π_1	π_2	π_3	ε_1	ε_2	ε_3	ε_4							
Equipo de SPI																		
1	Conocimientos y habilidades del líder de la iniciativa de SPI Nivel de habilidades y conocimientos que tiene el líder de SPI para guiar y administrar el proyecto de mejora	5	3	1	T3	P4	S3	3	2	3	2	3	3	3	2	3	1	1
2	Conocimientos y habilidades de los miembros del equipo de SPI Nivel de conocimientos que tienen los integrantes del equipo de mejora sobre mejora de procesos	5	3	2	P5	T4	S1	3	2	3	2	3	2	2	2	3	1	2
3	Conocimientos y habilidades para gestionar el cambio Nivel de conocimientos y habilidades que tienen los integrantes del equipo de mejora para gestionar el cambio organizacional	5	4	2	P5	S4	T1	3	2	3	1	3	3	3	2	3	1	2
4	Comportamientos de los miembros del equipo de SPI Nivel de adecuación del comportamiento que toman los integrantes del equipo de mejora durante el proyecto de mejora	5	3	2	P5	S4	T1	3	2	3	2	3	3	3	2	3	2	2
5	Gestión de los conflictos personales Nivel de conocimientos y habilidades que tienen los integrantes del equipo de mejora para gestionar los conflictos personales	5	3	2	S5	P4	T1	3	3	2	1	2	2	2	2	3	2	3
6	Integración de los miembros del equipo de SPI Nivel de integración del equipo de mejora	5	3	1	S5	P4	T1	3	3	3	2	3	2	2	1	3	1	2
7	Mecanismos de colaboración y comunicación del equipo de SPI Existencia y nivel de eficiencia de los mecanismos de comunicación del equipo de mejora	5	3	1	S4	T3	P3	3	3	3	2	3	2	2	1	3	1	1
8	Mecanismos de comunicación con los empleados Existencia y nivel de eficiencia de los mecanismos de comunicación entre el equipo de mejora y los empleados de la organización	4	3	3	S5	P4	T1	3	3	3	3	3	2	2	1	3	1	1
9	Eficiencia de la ayuda y asesoramiento del equipo de SPI Nivel de eficiencia de la ayuda y asesoría del equipo de SPI	5	4	1	S4	P3	T3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2
10	Poder otorgado a los miembros del equipo de SPI Nivel de poder otorgado al equipo de mejora para tomar decisiones en el proyecto de SPI	5	4	1	T2	S6	P2	3	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2
11	Disponibilidad de personas para el equipo de SPI Nivel de dificultad para encontrar miembros para integrar el equipo de SPI	5	1	1	P4	S3	T3	3	3	3	2	3	2	2	2	3	3	1
12	Motivación de pertenecer al equipo de SPI Nivel de motivación que tienen los empleados de pertenecer al equipo de SPI	4	3	3	S5	P4	T1	3	3	3	2	3	1	2	1	3	1	2
13	Estructura del equipo de SPI Nivel de claridad y exactitud de la especificación de los roles y responsabilidades del equipo de SPI	5	3	1	T4	S3	P3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2	1
14	Credibilidad en el equipo de SPI Nivel de credibilidad que tienen los empleados en el equipo de SPI	5	3	2	P6	S3	T1	3	2	3	2	3	2	2	1	3	1	3

Factores internos de SPI																	
Factor de SPI descripción	A			B			C				D	E	F	G	H	I	J
	σ_1	σ_2	σ_3	π_1	π_2	π_3	ϵ_1	ϵ_2	ϵ_3	ϵ_4							
Proyecto de SPI (continuación)																	
21	Claridad y realismo de las necesidades de mejora Nivel de definición y realismo de los objetivos del proyecto de SPI	5	2	1	T6	S3	P3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2
22	Priorización de las áreas de mejora Nivel de priorización de las áreas de mejora en los procesos y en la organización	5	3	1	T6	S3	P3	2	3	3	2	1	1	1	2	2	2
23	Utilización de pruebas pilotos de los procesos Nivel de eficiencia de las pruebas pilotos de los procesos en los proyectos de SPI	5	4	1	T7	S2	P1	2	2	3	3	2	2	2	2	1	2
24	Métricas del proyecto de SPI Existencia y nivel de eficiencia de los mecanismos para medir el desempeño y resultados del proyecto de SPI	1	5	1	T7	S2	P1	2	2	3	1	3	3	3	3	3	3
25	Ventaja relativa de los nuevos procesos Nivel de ventajas relativas de los nuevos procesos para la organización y los empleados	1	2	5	T6	S3	P3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2
26	Tecnologías y herramientas de soporte Nivel de eficiencia de las herramientas y tecnologías de soporte para SPI	5	4	1	T7	S2	P1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
27	Administración del conocimiento de SPI Nivel de sistematización, uso y explotación de las experiencias y conocimientos durante el proyecto de mejora	5	3	2	T6	S3	P1	3	2	2	1	3	2	2	2	2	2
28	Mecanismos de realimentación del proyecto de SPI Nivel de eficiencia de los mecanismos de realimentación del proyecto de mejora	5	4	1	S5	T2	P3	3	2	2	1	2	1	2	2	2	1
29	Gestión de los riesgos de la iniciativa de SPI Existencia y nivel de eficiencia de los mecanismos de administración de los riesgos en los procesos de SPI	5	2	1	T5	S3	P2	2	3	3	1	2	2	2	2	2	2
30	Metodología de SPI Nivel de eficiencia y sencillez de la metodología o estrategia de realización del proyecto de mejora.	5	1	1	T7	S2	P1	2	2	3	1	2	2	2	2	2	1
31	Apertura a la participación de los empleados Nivel de poder otorgado a los empleados para participar en la toma de decisiones en el proyecto de mejora	5	3	2	S6	P3	T1	3	2	3	1	2	2	2	2	2	2
32	Administración del cambio organizacional Existencia y nivel de eficiencia de los mecanismos de administración del cambio organizacional	5	4	1	T3	S5	P2	2	3	2	1	2	2	3	3	3	2
33	Consideración de la cultura y los sistemas actuales Nivel de consideración de los sistemas actuales de administración y la cultura en el proyecto de mejora	5	3	1	S5	P3	T2	2	3	3	1	2	2	2	2	2	2
34	Cambios organizacionales requeridos por la iniciativa de SPI Nivel de cambios organizacionales requeridos por el proyecto de SPI	5	1	1	S4	P4	T2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	1
35	Cambios personales requeridos por la iniciativa de SPI La demanda de cambios requeridos por el proyecto excede la capacidad para absorber en el periodo de tiempo planeado	5	4	1	P6	S3	T1	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2
36	Mecanismos de manejo de la resistencia al cambio Existencia y nivel de eficiencia de los mecanismos para manejar la resistencia al cambio durante el proyecto de mejora	5	3	1	S7	P2	T1	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2

Apéndice 2. Resúmenes de las características de las GI

Tabla 39. Características de la guía de implantación IDEAL (Gremba y Myers, 1997).

Elemento	Descripción		
Guía Base	Ninguna.		
Problemas que aborda	Para cualquier organización las iniciativas de SPI son un proyecto complejo, demandante y desafiante que requiere de una guía que ayude a definir y a ejecutar las actividades de SPI.		
Metas específicas	Proveer a las organizaciones de desarrollo de software de la descripción genérica de una secuencia de pasos recomendados para realizar una iniciativa de SPI.		
Peculiaridad	Es un modelo iterativo, continuo e incremental que divide a las iniciativas de SPI en cinco fases. En total las cinco fases especifican 47 actividades que deben realizarse en cada ciclo.		
Método de inferencia	Prescriptivo.	PRM	CMM.
Incremental	Sí.	Iterativo	Sí.
Flexibilidad	Sí.	Nivel de detalle	Guía detallada.
Herramientas	No especificadas explícitamente.		
Reutilización	No especificada explícitamente.		
Administración de la iniciativa	Incluye las fases de establecimiento, diagnóstico, formulación, acción y revisión.		
Requerimientos iniciales	Es necesario realizar una revisión de IDEAL para adaptarlo a las características de las MIPYME; sin embargo, no está definido cómo hacerlo (K. Kautz et al., 2000).		
Necesidades de la organización	Se analizan los documentos de la visión del negocio y de las necesidades de la organización y se entrevistan a los administradores.		
Evaluación de los procesos	Una evaluación formal utilizando la metodología CBA IPI (por sus siglas en inglés, CMM-Based Appraisal for Internal Process Improvement).		
Evaluación de las mejoras	Métricas de los objetivos alcanzados y del desempeño de los procesos.		
Asesores externos	Existe una dependencia en los consultores externos debido a que IDEAL requiere una gran cantidad de conocimientos y experiencias por parte de los empleados que participan en la iniciativa.		
Motivación y compromiso	Considera que es necesario la motivación y el compromiso de los empleados y de la gerencia; sin embargo, no especifica cómo evaluarlos o desarrollarlos.		
Participación de los empleados	En el establecimiento de la iniciativa de SPI, en la identificación de las áreas de mejora claves, y en la elaboración de recomendaciones para mejoras.		
Roles	El grupo de administración gerencial (MSG), el grupo de procesos de ingeniería del software (SEPG), el equipo explorador (TD), el grupo de trabajo técnico (TWG), y el campeón (CH).		
Conocimientos	Ingeniería del software; estructura y procesos de CMM; metodologías de SPI; administración de proyectos de SPI; análisis organizacional; definición de iniciativas de SPI; elaboración de la estructura de soporte para SPI; evaluación de procesos; planeación de la iniciativa de SPI; mejora, implantación y métricas de procesos; y análisis post-mortem y administración de conocimiento.		
Validación	Actualmente existen tres casos que documentan la utilización de IDEAL en las MIPYME (e.g., Brodman y Johnson, 1994; K. Kautz, 1999; K. Kautz et al., 2000).		
Resultados obtenidos	El modelo generó algunas mejoras en los procesos de las organizaciones; sin embargo, no se detallan el estado inicial de los procesos mejorados, el esfuerzo utilizado, los resultados obtenidos, y el estado final de los procesos.		
Esfuerzo	No está explícitamente definido; sin embargo, durante toda la iniciativa de SPI se requiere una persona de tiempo completo y una de medio tiempo (Gremba y Myers, 1997). Por lo tanto, mínimo requiere 240 horas-hombre al mes.		

Tabla 40. Características de la guía de implantación TAPISTRY (Kuvaja et al., 1999).

Elemento	Descripción		
Guía Base	BOOTSTRAP.		
Problemas que aborda	Las MIPYME no pueden darse el lujo de mantener experiencia de SPI y deben de comprarla a fuentes externas. Esta situación dificulta que las MIPYME elijan una propuesta de mejora, y que la apliquen en la organización sin la ayuda de un consultor externo o sin una inversión substancial del tiempo de los gerentes.		
Metas específicas	Estimular a las MIPYME a emprender una iniciativa de SPI y proveerles las habilidades y las experiencias requeridas de SPI de acuerdo al tamaño y a la situación de la organización.		
Peculiaridad	Utiliza un seminario con una duración de 2 días para evaluar los procesos y definir el plan de mejora. Durante los seminarios, los expertos en SPI guían la autoevaluación de los procesos y en la planeación de mejora.		
Método de inferencia	Prescriptivo.	PRM	BOOTSTRAP (ISO-15504).
Incremental	No.	Iterativo	No.
Flexibilidad	Sí.	Nivel de detalle	Guía simplificada.
Herramientas	Una herramienta de PC para evaluar los procesos y un portafolio de plantillas de SPI.		
Reutilización	Reutiliza las experiencias y los conocimientos existentes de los procesos.		
Administración de la iniciativa	La guía no incluye las fases de acción y la de revisión.		
Requerimientos iniciales	No especificados.		
Necesidades de la organización	Análisis FODA (por sus siglas, "Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas").		
Evaluación de los procesos	BootCheck que es una versión reducida que evalúa 19 procesos de los 35 procesos definidos en el modelo BOOTSTRAP 3.0.		
Evaluación de las mejoras	No especificada explícitamente.		
Asesores externos	Se encargan de guiar la evaluación y la planeación de mejora.		
Motivación y compromiso	No considera la motivación y el compromiso de los empleados y de la gerencia.		
Participación de los empleados	No detalla las actividades que deben realizar los empleados que no participan en el seminario de evaluación.		
Roles	No definidos explícitamente.		
Conocimientos	Ingeniería del software; estructura y proceso de PRM; análisis organizacional; definición de la iniciativa de SPI; evaluación de procesos; planeación de la iniciativa de SPI; y herramientas y sistemas de soporte para SPI.		
Validación	No especifica la cantidad de organizaciones, pero se ha aplicado en organizaciones de Finlandia, Alemania, Italia, Reino Unido y Bélgica.		
Resultados obtenidos	No se reporta información detallada de los resultados obtenidos, de los procesos mejorados, del esfuerzo realizado, ni de los problemas que se presentaron.		
Esfuerzo	Dos días laborables por cada persona que participa en el seminario.		

Tabla 41. Características de la guía de implantación IMPACT (Scott et al., 2001).

Elemento	Descripción		
Guía Base	Ninguna.		
Problemas que aborda	Las MIPYME no pueden darse el lujo de comprometerse en iniciativas de SPI a gran escala, con altos costos, y donde las mejoras se reflejen a largo plazo (varios años).		
Metas específicas	Apoyar en la realización de iniciativas de SPI efectivas que puedan iniciarse con una pequeña inversión, que produzcan resultados rápidos, y que faciliten mejorar incrementalmente conforme el tiempo y los recursos de las organizaciones se lo permitan. Además, que sean compatibles con la cultura de las MIPYME (e.g., fechas de entregas cortas, proyectos dinámicos, y recursos limitados), y que se apoyen en las propuestas y tecnologías de SPI existentes (e.g., CMM, ISO-15504, ISO-12207), o en cualquier otra tecnología que la organización considere relevante.		
Peculiaridad	Considera que las experiencias ganadas por los empleados en los diferentes proyectos de la organización pueden ayudar a aprender y mejorar los procesos y que es necesario representar en diferentes niveles los proyectos y los procesos.		
Método de inferencia	Prescriptivo, inductivo, o híbrido.	PRM	Ninguno en particular.
Incremental	Sí.	Iterativo	Sí.
Flexibilidad	Sí.	Nivel de detalle	Guía simplificada.
Herramientas	Guías electrónicas de Procesos (EPG, por sus siglas en inglés).		
Reutilización	Reutiliza las experiencias y los conocimientos existentes de los procesos.		
Administración de la iniciativa	Incluye las fases de establecimiento, diagnóstico, formulación, acción y revisión; sin embargo, no describe la fase de acción.		
Requerimientos iniciales	Para aprovechar el ciclo del proyecto es necesario que las organizaciones realicen los proyectos con buenas prácticas administrativas.		
Necesidades de la organización	No se identifican las necesidades de la organización.		
Evaluación de los procesos	Dos métodos diferentes para evaluar los procesos: el modelado de procesos y la evaluación de procesos. La selección del método de evaluación que se utilizará depende del método de inferencia. En el caso de la implantación de un PRM como CMM o ISO-15504 se realiza una evaluación formal. En el caso de que la organización no desee implantar un PRM, se realizará un modelado de procesos que consiste en realizar entrevistas, cuestionarios y observaciones para identificar el estado y las deficiencias de los procesos actuales.		
Evaluación de las mejoras	El paradigma GQM (por sus siglas en inglés 'Goal, Question, Metric') y la realimentación de los participantes en los procesos (entrevistas, cuestionarios, foros, etc.).		
Asesores externos	No está definida su participación en la guía, pero en los casos de estudio desempeñan un papel importante.		
Motivación y compromiso	No considera la motivación y el compromiso de los empleados y de la gerencia.		
Participación de los empleados	En la evaluación de los efectos de la mejora y en la realimentación de su experiencia para mejorar la iniciativa de SPI.		
Roles	No se definen explícitamente.		
Conocimientos	Ingeniería del software; estructura y procesos de los PRM; metodologías de SPI; definición y modelado de procesos; evaluación de procesos; planeación de la iniciativa de SPI, mejora de procesos; métricas de procesos; análisis post-mortem y administración del conocimiento; y herramientas y sistemas de soporte para SPI.		
Validación	En una MIPYME de Australia.		
Resultados obtenidos	Se obtuvieron resultados tangibles en el proceso de recolección y documentación de los requerimientos, y en el de planeación y estimación de proyectos. Sin embargo, no se reportan detalles del estado inicial de los procesos, el estado final de los procesos, ni la cantidad de personas que participaron.		
Esfuerzo	No especificado.		

Tabla 42. Características de la guía de implantación MESOPYME (Villalón et al., 2002).

Elemento	Descripción		
Guía Base	IDEAL.		
Problemas que aborda	Las MIPYME tienen dificultad para planear y dar seguimiento a las acciones de mejora y para implementar el plan de acción de SPI. Además, las iniciativas de SPI requieren mucho tiempo y recursos.		
Metas específicas	Reducir el esfuerzo, el tiempo y los costos necesarios para realizar una iniciativa de SPI, facilitar la creación de un plan de acción, y facilitar la implementación de las mejoras a través de los paquetes de acción.		
Peculiaridad	MESOPYME utiliza un mecanismo llamado "paquete de acción" para simplificar las iniciativas de SPI. Un <i>paquete de acción</i> es un conjunto de componentes que proveen a las organizaciones de una solución general para un área particular de los procesos de software. Un paquete de acción tiene los siguientes elementos: un plan de acción, las políticas de la organización, la infraestructura, los procesos, los productos y los documentos, las técnicas, las herramientas, las métricas, el entrenamiento necesario, y los resultados a corto plazo que se obtendrán.		
Método de inferencia	Prescriptivo.	PRM	CMM.
Incremental	Sí.	Iterativo	Sí.
Flexibilidad	Sí.	Nivel de detalle	Guía simplificada.
Herramientas	Especificadas dentro de los paquetes de acción.		
Reutilización	No reutiliza las experiencias y los conocimientos existentes de los procesos.		
Administración de la iniciativa	La guía no incluye la fase de revisión y no describe la fase de acción.		
Requerimientos iniciales	Paquetes de acción efectivos de los procesos que se requieren mejorar.		
Necesidades de la organización	La organización debe definir las necesidades y metas del negocio pero la guía no especifica cómo se debe hacer.		
Evaluación de los procesos	Una evaluación formal; sin embargo, no especifica explícitamente una metodología de evaluación. La metodología oficial para evaluar formalmente los procesos con respecto a CMM se llama "método CMMI estándar para evaluar la mejora de procesos" (SCAMPI, por sus siglas en inglés).		
Evaluación de las mejoras	Métricas de procesos definidas en los paquetes de acción.		
Asesores externos	En la creación de paquetes de acción efectivos o en la adaptación de los paquetes existentes a las características de las MIPYME.		
Motivación y compromiso	Considera que es necesario el compromiso de la gerencia; sin embargo, no especifica cómo evaluarlo o desarrollarlo.		
Participación de los empleados	No detalla las actividades que deben realizar los empleados que no desempeñan un rol en la iniciativa de SPI.		
Roles	El administrador general (SP), el grupo de procesos de ingeniería del software (SEPG), el comité de control de cambio en los procesos de software (SCC), el grupo de trabajo, y el evaluador (EV).		
Conocimientos	Ingeniería del software; estructura y procesos de CMM; elaboración de la estructura de soporte para SPI; evaluación de procesos; planeación de la iniciativa de SPI; mejora de procesos; e implantación de procesos.		
Validación	En tres MIPYME de España.		
Resultados obtenidos	Se mejoraron los procesos enfocados a la definición y administración de requerimientos; sin embargo, no se reportan detalles del estado inicial y final de los procesos.		
Esfuerzo	De acuerdo con los resultados reportados, este modelo requirió un total 1820 horas-hombre en un periodo de 20 meses (91 horas/mes).		

Tabla 43. Características de la guía de implantación PRISMS (Allen et al., 2003).

Elemento	Descripción		
Guía Base	Ninguna.		
Problemas que aborda	Las MIPYME tienen fuertes restricciones financieras que les dificultan realizar iniciativas de SPI riesgosas, costosas o que generen resultados a largo plazo.		
Metas específicas	Facilitar la adaptación de las metas de la iniciativa de SPI a las metas del negocio, facilitar la medición de los procesos y la evaluación de las iniciativas de SPI, aumentar la participación de los empleados, mostrar resultados a corto plazo, y reducir la cantidad de recursos necesarios en la iniciativa de SPI.		
Peculiaridad	PRISMS integra un método de evaluación de procesos simplificado, métricas de procesos que se aplican desde el principio de la iniciativa de SPI, y mecanismos para maximizar la transparencia de los procesos y el involucramiento de los empleados.		
Método de inferencia	Prescriptivo.	PRM	CMM.
Incremental	Sí.	Iterativo	Sí.
Flexibilidad	Sí.	Nivel de detalle	Guía simplificada.
Herramientas	Una herramienta web para autoevaluar los procesos.		
Reutilización	Reutiliza las experiencias y los conocimientos existentes de los procesos.		
Administración de la iniciativa	La guía no incluye las fases de establecimiento y no describe la fase de acción.		
Requerimientos iniciales	No especificados.		
Necesidades de la organización	El administrador define las metas y necesidades del negocio.		
Evaluación de los procesos	Un seminario de conciencia y caso del negocio que se enfoca en identificar las áreas de SPI, en evaluar su rentabilidad, y en elaborar un mapa de SPI. Posteriormente, se utilizan entrevistas de evaluación basadas en una versión modificada y personalizada de CMM.		
Evaluación de las mejoras	El paradigma GQM (por sus siglas en inglés 'Goal, Question, Metric'), métricas para monitoreo del proyecto y de detección de defectos, y el retorno de inversión.		
Asesores externos	En la evaluación de la madurez de los procesos.		
Motivación y compromiso	No considera la motivación y el compromiso de los empleados y de la gerencia.		
Participación de los empleados	PRISMS involucra a los empleados en un ejercicio de consultoría para hacerlos parte de la iniciativa de SPI desde las etapas tempranas, y en una serie de entrevista de evaluación.		
Roles	PRISMS incluye los siguientes roles: el administrador, el desarrollador, y el campeón de la iniciativa de SPI.		
Conocimientos	Ingeniería del software; estructura y procesos de PRM; metodologías de SPI, análisis organizacional; definición de iniciativas de SPI; definición y modelado de procesos; evaluación de procesos; planeación de la iniciativa de SPI; implantación de procesos; métricas de procesos; y análisis post-mortem y administración del conocimiento.		
Validación	PRISMS se aplicó en tres organizaciones del Reino Unido y en una de Europa durante un periodo de nueve meses.		
Resultados obtenidos	El modelo generó algunas mejoras en los procesos de las organizaciones; sin embargo, de acuerdo con Allen et al. (2003) estos resultados son tentativos, se basan en observaciones y discusiones de evaluaciones informales y reflejan solamente una etapa temprana del proyecto de SPI. Además, no se detallan el estado inicial de los procesos mejorados, el esfuerzo utilizado, los resultados obtenidos, las lecciones aprendidas, y el estado final de los procesos.		
Esfuerzo	No especificado.		

Tabla 44. Características de la guía de implantación OWPL (Alexandre et al., 2006).

Elemento	Descripción	
Guía Base	Ninguna.	
Problemas que aborda	Para las MIPYME es muy complicado y costoso implementar los PRM conocidos (e.g., CMM, ISO-15504, ISO-12207) debido a sus restricciones para asignar recursos a los procesos de software y a las actividades relacionadas con la calidad.	
Metas específicas	Facilitar que las MIPYME realicen iniciativas de SPI graduales que demanden pocos recursos, que generen resultados a corto plazo, y que faciliten alcanzar un nivel aceptable en un PRM conocido.	
Peculiaridad	OWPL utiliza una serie de evaluaciones graduales: micro-evaluación, evaluación OWPL, y una evaluación en ISO-15504 o CMM. La aplicación de las evaluaciones depende del tamaño y la madurez de los procesos de la organización.	
Método de inferencia	Prescriptivo.	PRM OWPL, CMM, ISO-15504.
Incremental	Sí.	Iterativo Sí.
Flexibilidad	Sí.	Nivel de detalle Guía simplificada.
Herramientas	No especificadas explícitamente.	
Reutilización	No especificada explícitamente.	
Administración de la iniciativa	La guía no incluye las fases de establecimiento, formulación, acción y revisión.	
Requerimientos iniciales	Las pruebas para el micro-evaluación y para la evaluación OWPL.	
Necesidades de la organización	La organización debe definir las necesidades y metas del negocio, pero la guía no explica cómo se debe hacer.	
Evaluación de los procesos	OWPL utiliza las siguientes tres metodologías de evaluación: micro-evaluación, que es un cuestionario que cubre seis áreas del desarrollo de software. La evaluación OWPL, que determina el grado en el que una organización cumple con el modelo OWPL. Este modelo cubre diez áreas de procesos, los cuales a su vez se descomponen en un conjunto de prácticas (de 3 a 12). Finalmente, una evaluación formal que incluya los procesos de CMMI o ISO-150504.	
Evaluación de las mejoras	No especificadas explícitamente.	
Asesores externos	En la evaluación de los procesos tanto en la micro-evaluación como en la evaluación OWPL.	
Motivación y compromiso	No considera la motivación y el compromiso de los empleados y de la gerencia.	
Participación de los empleados	No detalla las actividades que deben realizar los empleados.	
Roles	No define los roles explícitamente.	
Conocimientos	Ingeniería del software; estructura y procesos de PRM; metodologías de SPI; y evaluación de procesos.	
Validación	De acuerdo con Alexandre et al. (2006), OWPL se aplicó en varias organizaciones; sin embargo, solamente describen los dos casos más representativos.	
Resultados obtenidos	En una de las organizaciones se redujeron un 25% las pérdidas en los proyectos después de utilizar el modelo durante un periodo de 12 meses; sin embargo, estos resultados no fueron permanentes y posteriormente la empresa abandonó la iniciativa de SPI. En el segundo caso de estudio no se reporta ningún resultado. En ambos casos de estudio no se detalla el estado inicial y final de los procesos mejorados, ni las lecciones aprendidas.	
Esfuerzo	No especificado.	

Tabla 45. Características de la guía de implantación ASPE-MSC (Wangenheim et al., 2006).

Elemento	Descripción		
Guía Base	Ninguna.		
Problemas que aborda	Las MIPYME típicamente tienen procesos informales e inmaduros y tienen recursos muy limitados para realizar una iniciativa de SPI. Además, las MIPYME tienen que definir e implementar sistemáticamente un conjunto de procesos específicos para ellas debido a que no existe una definición universal de procesos que se pueda aplicar en cualquier contexto.		
Metas específicas	Apoyar a las MIPYME a que establezcan iniciativas de SPI eficientes y rentables.		
Peculiaridad	ASPE-MSC simplifica e integra un conjunto de propuesta de SPI (e.g., técnicas de evaluación y de modelado de procesos) para que se adapten al contexto de las MIPYME.		
Método de inferencia	Híbrido.	PRM	Ninguno en particular.
Incremental	Sí.	Iterativo	Sí.
Flexibilidad	Sí.	Nivel de detalle	Guía simplificada.
Herramientas	Guías electrónicas de Procesos (EPG, por sus siglas en inglés).		
Reutilización	Reutiliza las experiencias y los conocimientos existentes de los procesos.		
Administración de la iniciativa	Incluye las fases de establecimiento, diagnóstico, formulación, acción y revisión.		
Requerimientos iniciales	No especificados.		
Necesidades de la organización	Análisis FODA (por sus siglas, "Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas").		
Evaluación de los procesos	Una evaluación informal utilizando un método de evaluación formal de los PRM simplificado para las MIPYME.		
Evaluación de las mejoras	El paradigma GQM (por sus siglas en inglés 'Goal, Question, Metric'), utiliza métricas y la opinión de los empleados involucrados para verificar que los beneficios esperados se han alcanzado.		
Asesores externos	Típicamente se encargarán de guiar toda la iniciativa de SPI y de servir de consultor de procesos.		
Motivación y compromiso	Considera que es necesario la motivación y el compromiso de los empleados y de la gerencia; sin embargo, no especifica cómo evaluarlos o desarrollarlos.		
Participación de los empleados	Revisión de la definición de los procesos y de la guía de procesos.		
Roles	El ingeniero de procesos (por lo general es un asesor externo), el asistente de ingeniero de procesos, el patrocinador, y el ejecutante de los procesos.		
Conocimientos	Ingeniería del software; estructura y procesos de PRM; metodologías de SPI; administración de proyectos de SPI; análisis organizacional; definición de la iniciativa de SPI; elaboración de la estructura de la iniciativa de SPI; definición y modelado de procesos; evaluación de procesos; planeación de la iniciativa de SPI; mejora de procesos; implantación de procesos; métricas de procesos; análisis post-mortem y administración del conocimiento; y herramientas y sistemas de soporte para SPI.		
Validación	En dos MIPYME de Brasil.		
Resultados obtenidos	En el primer caso de estudio se mejoró el proceso de administración de las peticiones de cambio. En el segundo caso de estudio se mejoraron los procesos de proveedores, soporte a clientes y desarrollo de software. En ambos casos de estudio no se especifica cuál fue el nivel de madurez inicial y final de los procesos.		
Esfuerzo	En el primer caso de estudio se requirió un total de 188 horas-hombre en un periodo de 7 meses (26.85 horas/mes). En el segundo caso de estudio se invirtieron un total de 520 horas en un periodo de 19 meses (27.36 horas/mes). El tiempo invertido en los casos de estudio se disminuyó considerablemente por la participación activa de dos investigadores que desempeñaron los roles de líder de la iniciativa y el de consultor de procesos.		

Tabla 46. Características de la guía de implantación IFLAP (Pettersson et al., 2008).

Elemento	Descripción		
Guía Base	Ninguna.		
Problemas que aborda	Para las MIPYME es difícil implementar los PRM consolidados debido a que éstos requieren una gran cantidad de recursos y compromiso a largo plazo. Además, los PRM consolidados obligan a los empleados a realizar prácticas que no consideran necesarias, y omiten aspectos que son importantes para las organizaciones. Finalmente, las MIPYME requieren planes de mejora escalonados que se enfoquen en los aspectos más críticos y que se adapten a las necesidades de la organización.		
Metas específicas	Facilitar que las MIPYME realicen iniciativas de SPI donde inductivamente se definan y mejoren los procesos, incluso cuando las organizaciones no tienen madurez en sus procesos.		
Peculiaridad	Es una guía inductiva que analiza y triangula la información de múltiples proyectos, de las experiencias de los empleados, y de los procesos de la organización para identificar las áreas de mejora. IFLAP no ayuda a implementar ningún PRM.		
Método de inferencia	Inductivo.	PRM	Ninguno.
Incremental	Sí.	Iterativo	Sí.
Flexibilidad	Sí.	Nivel de detalle	Guía simplificada.
Herramientas	No especificadas explícitamente.		
Reutilización	Reutiliza las experiencias y los conocimientos existentes de los procesos.		
Administración de la iniciativa	No incluye las fases de acción y revisión.		
Requerimientos iniciales	Se requiere que la planeación de la iniciativa de SPI esté definida cuando se inicia la primera fase. Además, requiere habilidades y conocimientos avanzados para realizar entrevistas y analizar cualitativamente los datos obtenidos.		
Necesidades de la organización	Por medio de las entrevistas con los empleados.		
Evaluación de los procesos	Una evaluación que consta de dos partes: un estudio de proyectos y un estudio de línea. El estudio de los proyectos analiza la información de entrevistas y la información de los proyectos previamente seleccionados. El estudio de línea analiza la información de entrevistas y la información de aspectos organizacionales no relacionados con los proyectos. Posteriormente, se triangula la información de las cuatro fuentes de información y se seleccionan aquellos aspectos de mejora que aparecen en la mayoría de las fuentes de información.		
Evaluación de las mejoras	No especificada explícitamente.		
Asesores externos	Durante toda la iniciativa de SPI.		
Motivación y compromiso	Considera que es necesario la motivación y el compromiso de los empleados y de la gerencia; sin embargo, no especifica cómo evaluarlos o desarrollarlos.		
Participación de los empleados	En la evaluación de los procesos, en la identificación y priorización de las áreas de mejora, y en la identificación de las dependencias entre éstas.		
Roles	No definidos explícitamente.		
Conocimientos	Ingeniería del software; metodologías de SPI; definición de la iniciativa de SPI; definición y modelado de procesos; evaluación de procesos; planeación de la iniciativa de SPI; y mejora de procesos.		
Validación	Este modelo se aplicó en dos departamentos diferentes de una organización.		
Resultados obtenidos	El estudio reporta que se obtuvieron resultados prometedores en el proceso de ingeniería de requerimientos; sin embargo, los resultados no se pueden generalizar.		
Esfuerzo	En un departamento se invirtieron 979 horas-hombre en un periodo de tres semanas.		

Tabla 47. Características de la guía de implantación PmCOMPETISOFT (Pino et al., 2009).

Elemento	Descripción		
Guía Base	IDEAL.		
Problemas que aborda	Las MIPYME tienen dificultades para aplicar los PRM conocidos debido a la gran inversión en dinero, tiempo y recursos que requieren, a la difícil administración, y al retorno de inversión a largo plazo. Esta situación genera que las iniciativas de SPI en las MIPYME tengan que realizarse de una manera particular y considerablemente diferente que en las organizaciones grandes.		
Metas específicas	PmCOMPETISOFT tiene los siguientes cuatro objetivos: proveer las entregas tempranas y continuas de mejoras significativas a los procesos; diagnosticar continuamente los procesos de la organización; establecer una colaboración efectiva entre los diferentes actores involucrados en la iniciativa de SPI; y construir proyectos individuales, grupales y organizacionales con empleados motivados hacia la mejora.		
Peculiaridad	PmCOMPETISOFT es una guía iterativa, incremental y ágil que fomenta la realización de mini-ciclos de mejora independientes que incluyen un conjunto de casos de mejora.		
Método de inferencia	Prescriptivo.	PRM	Competissoft.
Incremental	Sí.	Iterativo	Sí, incluso en paralelo.
Flexibilidad	Sí.	Nivel de detalle	Guía detallada.
Herramientas	No especificadas explícitamente.		
Reutilización	Reutiliza las experiencias y los conocimientos existentes de los procesos.		
Administración de la iniciativa	Incluye las fases de establecimiento, diagnóstico, formulación, acción y revisión.		
Requerimientos iniciales	Requiere el plan estratégico de la organización y un mapa de los procesos.		
Necesidades de la organización	La organización debe definir las necesidades y metas del negocio, pero la guía no especifica cómo se debe hacer.		
Evaluación de los procesos	Una evaluación interna informal de los procesos, o si la organización lo decide, puede utilizar una evaluación formal con la metodología MetValCOMPETISOFT.		
Evaluación de las mejoras	Estudios comparativos de la eficiencia de los procesos.		
Asesores externos	No especificado; sin embargo, en los casos de estudio requieren en promedio 11 horas-hombre/mes; es decir un 25% del tiempo requerido por la iniciativa.		
Motivación y compromiso	Considera que es necesario la motivación y el compromiso de los empleados y de la gerencia; sin embargo, no especifica cómo evaluarlos o desarrollarlos.		
Participación de los empleados	Los empleados actúan como espectadores a los que se les informa y mantiene al tanto del avance la iniciativa.		
Roles	El responsable de mejora de procesos (RMP); el grupo de mejora de procesos (GMP); el grupo de gestión de mejora (GGM); el responsable de procesos (RP); y el evaluador (EV).		
Conocimientos	Ingeniería del software; estructura y procesos de PRM; metodologías de SPI; administración de proyectos de SPI; definición de la iniciativa de SPI; evaluación de procesos; planeación de la iniciativa de SPI; mejora de procesos; implantación de procesos; métricas de procesos; y análisis post-mortem y administración del conocimiento.		
Validación	En cuatro organizaciones: dos de España, una de Chile y una de Argentina.		
Resultados obtenidos	Las organizaciones obtuvieron varios beneficios y resultados positivos; por ejemplo: cambiar de procesos caóticos y pocos predecibles a procesos tangibles, elaborar una base de conocimiento de los procesos, e identificar la necesidad de realizar una mejora de procesos continua.		
Esfuerzo	De acuerdo con los resultados de los casos de estudio, este modelo requiere un aproximado de 42 horas-hombre/mes.		

Apéndice 3. Diccionario de competencias

1. Competencias personales

1.1 Autoconciencia

1.1.1. Conciencia emocional

Conciencia emocional	
Identifica y comprende sus emociones, analiza los factores y situaciones que las desencadenan, y evalúa el impacto de éstas en su comportamiento y en el comportamiento de los empleados y los actores de SPI	
Nivel 1 Conoce sus emociones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Admite abiertamente cuando ha sido ofendido por un actor de SPI ▪ Admite sus prejuicios relacionados con la iniciativa de SPI ▪ Conoce, identifica y admite los sentimientos que experimenta en la iniciativa de SPI ▪ Identifica y admite sus sentimientos en relación con sus compañeros y los actores de SPI
Nivel 2 Identifica el origen de sus emociones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analiza cómo sus emociones impactan en su comportamiento en la iniciativa de SPI ▪ Identifica y acepta que sus valores, creencias y sentimientos moldean su comportamiento ▪ Identifica los factores y situaciones que desencadenan sus emociones en la iniciativa de SPI ▪ Identifica las causas de sus sentimientos y comportamientos en relación con los actores de SPI
Nivel 3 Identifica el impacto de las emociones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Considera sus emociones cuando realiza sus actividades de SPI ▪ Entiende el impacto de los sentimientos en el desempeño de los actores de SPI ▪ Identifica deficiencias emocionales y de sensibilización en los actores de SPI ▪ Identifica las emociones en el lenguaje corporal, en las expresiones faciales y en el tono de voz ▪ Entiende y considera el impacto que tiene su comportamiento en los actores de SPI
Nivel 4 Utiliza las emociones estratégicamente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comparte sus valores y creencias abiertamente en un esfuerzo para guiar a los actores de SPI ▪ Identifica y comprende los factores que generan estrés y ansiedad en los actores de SPI ▪ Prevé y comprende las emociones que generará la iniciativa de SPI en los empleados ▪ Toma en cuenta las emociones de los demás cuando realiza sus actividades de SPI ▪ Utiliza sus emociones para facilitar la realización de las actividades de la iniciativa de SPI
Nivel 5 Fomenta la conciencia emocional	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Crea estructuras de apoyo para manejar los niveles de estrés de manera proactiva ▪ Desarrolla un ambiente que nutre la conciencia emocional en los actores de SPI ▪ Desarrolla y lleva a cabo los planes de desarrollo de la sensibilización y la conciencia emocional ▪ Actúa como un modelo de comportamiento y conciencia emocional para los actores de SPI

1.1.2. Autoevaluación

Autoevaluación	
Identifica, comprende y evalúa sus fortalezas, sus debilidades y sus necesidades de desarrollo personal y profesional para realizar exitosamente sus actividades y cumplir con sus responsabilidades en la iniciativa de SPI	
Nivel 1 Autoconocimiento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identifica cuáles de sus habilidades le ayudarán a cumplir con sus responsabilidades de SPI ▪ Identifica las habilidades y conocimientos que tiene que desarrollar en la iniciativa de SPI ▪ Identifica y admite sus deficiencias personales y profesionales para participar en la iniciativa de SPI
Nivel 2 Evalúa sus habilidades	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evalúa el desarrollo de sus habilidades y conocimientos en la iniciativa de SPI ▪ Evalúa rutinariamente sus habilidades, conocimientos y comportamientos en la iniciativa de SPI ▪ Evalúa el impacto de una nueva asignación en su capacidad para lograr los resultados deseados
Nivel 3 Analiza sus habilidades	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entiende cómo sus habilidades y conocimientos complementan a las de los actores de SPI ▪ Evalúa el grado en que se aprovechan sus competencias en la iniciativa de SPI ▪ Identifica y comprende las causas que generan sus debilidades para participar en la iniciativa de SPI
Nivel 4 Identifica las habilidades de los demás	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ayuda a los actores de SPI a evaluar sus conocimientos, habilidades y comportamientos ▪ Identifica el nivel de aprovechamiento de los conocimientos y habilidades de los actores de SPI ▪ Identifica las fortalezas y debilidades de los actores de SPI y su impacto en la iniciativa de SPI ▪ Proporciona herramientas de evaluación de habilidades y conocimientos de SPI a los actores de SPI
Nivel 5 Fomenta la autoevaluación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrolla un ambiente que fomenta la autoevaluación en los actores de SPI ▪ Inculca en los empleados la autoevaluación, utilizando el estímulo y del ejemplo positivo ▪ Se asegura que todos los actores de SPI realicen un análisis detallado de sus fortalezas y debilidades ▪ Utiliza estratégicamente la autoevaluación en la iniciativa de SPI para potenciar la iniciativa de SPI

1.1.3. Autoconfianza

Autoconfianza	
Cree justificadamente en su capacidad para hacer sus actividades de SPI, para ofrecer su opinión o consejo cuando sea necesario y para tomar un curso de acción decisivo en la iniciativa de SPI	
Nivel 1 Participa en la iniciativa de SPI	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cree en sus capacidades para participar y desarrollarse en la iniciativa de SPI ▪ Es firme y acepta sus compromisos en las actividades de SPI ▪ No tiene miedo a aprender de los actores de SPI y buscar sus consejos ▪ Ofrece su opinión sobre la iniciativa SPI a pesar de que sea diferente a la de los demás
Nivel 2 Asume sus responsabilidades	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Toma decisiones y acciones para facilitar la realización de la iniciativa de SPI ▪ Confía en sus habilidades para gestionar los procesos de los que es responsable ▪ Propone recomendaciones para hacer más eficaz la iniciativa de SPI ▪ Propone modificaciones en la iniciativa SPI y las defiende con eficacia en caso de impugnación
Nivel 3 Busca y adquiere responsabilidades	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se compromete abiertamente a las decisiones tomadas expresando su opinión con firmeza ▪ Expresa su propio punto de vista con confianza con todos los actores de SPI ▪ Realiza sus actividades de SPI a pesar de que sean difíciles o riesgosas ▪ Se hace responsable de actividades de SPI a pesar de que parezcan difíciles o impopulares
Nivel 4 Asume desafíos y riesgos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Asume el desafío de las situaciones y los problemas de la iniciativa de SPI ▪ Confía en sus habilidades de liderazgo y gestión de proyectos para participar en la iniciativa de SPI ▪ Es decisivo y toma decisiones en la iniciativa de SPI sin postergarlas innecesariamente ▪ Realiza ajustes a la iniciativa de SPI a pesar de los desafíos y la carencia de garantías de éxito ▪ Toma riesgos de carácter personal o profesional para lograr los objetivos de la iniciativa de SPI
Nivel 5 Fomenta la autoconfianza	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Define un curso de acción de la iniciativa SPI aun cuando no todos los empleados estén de acuerdo ▪ Desarrolla un ambiente que fomenta la confianza entre los actores de SPI ▪ Toma decisiones que favorecen estratégicamente a la iniciativa de SPI a pesar de los riesgos ▪ Utiliza estímulos y ejemplos positivos para originar la autoconfianza de los actores de SPI

1.2 Autogestión

1.2.1. Autocontrol emocional

Autocontrol emocional	
Mantiene las emociones bajo control y restringe las acciones negativas cuando trabaja bajo presión, estrés o sobrecarga de trabajo en la iniciativa de SPI, o cuando se le provoca, enfrenta oposiciones u hostilidad de los actores de SPI	
Nivel 1 Controla sus emociones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Acepta la realimentación de los actores de SPI sin estar a la defensiva ▪ Busca el equilibrio entre sus responsabilidades laborales, de SPI y personales ▪ Controla sus respuestas cuando se le critica o se le provoca en la iniciativa de SPI ▪ Expresa su desacuerdo en algún aspecto de la iniciativa de SPI de manera constructiva ▪ Se mantiene obediente, integrado, enfocado y calmado durante los cambios en la iniciativa de SPI
Nivel 2 Controla e inhibe emociones extremas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ajusta su comportamiento para prevenir o reducir o limitar su estrés durante la iniciativa de SPI ▪ Inhibe las emociones extremas como la ira, la frustración y la felicidad extrema ▪ Se mantiene animado a pesar de que sus ideas no sean bien acogidas por los actores de SPI ▪ Se mantiene integrado y productivo en crisis o situaciones estresantes en la iniciativa de SPI
Nivel 3 Maneja emociones extremas prolongadas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maneja y desactiva el comportamiento agresivo o no productivo de los actores de SPI ▪ Responde con calma a las provocaciones y encara las acciones de enojo de los actores de SPI ▪ Se mantiene calmado, productivo y eficiente a pesar de la exposición prolongada a oposición, la presión, la fatiga y hostilidad y estrés en la iniciativa de SPI ▪ Utiliza el humor apropiadamente para hacer frente a los retos y circunstancias de SPI difíciles
Nivel 4 Emplea estrategias de manejo de emociones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Es fuerte y positiva ante la adversidad y los problemas durante la iniciativa de SPI ▪ Mantiene un buen juicio en situaciones difíciles, estresantes o volátiles de la iniciativa de SPI ▪ No toma represalias contra los empleados que se oponen a la iniciativa de SPI ▪ Reevalúa su posición cuando encara resistencia justificada o persistente de los actores de SPI ▪ Tiene un sentido del humor positivo y constructivo y lo emplea para aliviar la tensión
Nivel 5 Fomenta el autocontrol emocional	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fomenta una cultura de autocontrol en situaciones de estrés y trabajo bajo presión ▪ Muestra autocontrol cuando enfrenta desafíos y problemas importantes en la iniciativa de SPI ▪ Proporciona orientación a los demás para lograr un sano equilibrio trabajo-vida ▪ Se mantiene calmado y asertivo cuando encuentra resistencia contra la iniciativa de SPI

1.2.2. Autodesarrollo y aprendizaje continuo

Autodesarrollo y aprendizaje continuo	
Incrementa y fortalece sus habilidades y sus conocimientos, y enfrenta sus debilidades personales y técnicas para realizar exitosamente sus actividades y cumplir con sus responsabilidades en la iniciativa de SPI	
Nivel 1 Apertura al aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplica en sus actividades de SPI los conocimientos y las habilidades de SPI que ha adquirido ▪ Está consciente, valora y acepta las oportunidades de capacitación en la iniciativa de SPI ▪ Acepta el apoyo y la orientación de los actores de SPI en el logro de sus objetivos de SPI
Nivel 2 Búsqueda de desarrollo y de aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Busca información con los actores de SPI acerca de buenas prácticas, herramientas y métodos de SPI ▪ Desarrolla con urgencia los conocimientos, destrezas y habilidades requeridos en la iniciativa de SPI ▪ Integra los conocimientos adquiridos en las actividades de SPI en un nivel medible y observable ▪ Persigue y aprovecha las oportunidades para desarrollar sus habilidades y capacidades de SPI
Nivel 3 Planifica su desarrollo personal y profesional	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Da seguimiento a su desarrollo en la iniciativa de SPI a través del cumplimiento de objetivos ▪ Elabora rutinariamente planes de desarrollo personal y profesional para cumplir con los requisitos de SPI ▪ Elabora rutinariamente planes para subsanar sus debilidades personales y profesionales ▪ Establece metas desafiantes y estándares de excelencia personales y profesionales ▪ Tiene un crecimiento y un desarrollo igual o superior al requerido por las actividades de SPI
Nivel 4 Implementa sistemas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Determina los métodos, herramientas y tecnologías requeridos por la iniciativa de SPI ▪ Diseña sus objetivos de aprendizaje basándose en la evolución de las necesidades de la iniciativa SPI ▪ Establece métodos para el auto desarrollo y el aprendizaje continuo en la iniciativa de SPI ▪ Prueba nuevos enfoques para maximizar el aprendizaje y el desarrollo en la iniciativa de SPI ▪ Se asigna responsabilidades de SPI que desafíen sus habilidades actuales
Nivel 5 Fomenta el autodesarrollo y el aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Asigna la mayor prioridad a la adquisición de nuevos conocimientos, destrezas y habilidades de SPI ▪ Desarrolla conocimientos para administrar y dirigir una iniciativa de SPI ▪ Desarrolla y ejecuta planes estratégicos de aprendizaje para los actores de SPI ▪ Fomenta una cultura de aprendizaje, de formación y desarrollo continuo en aspectos de SPI

1.2.3. Ética e integridad

Ética e integridad	
Es honesto, justo, ético, y respeta las normas de conducta de la organización y de la iniciativa de SPI	
Nivel 1 Respeto a los derechos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Admite y asume las consecuencias de sus acciones, inacciones y errores en la iniciativa de SPI ▪ Respeto la confidencialidad de la información de la iniciativa de SPI ▪ Respeto los derechos de otros, mientras cumple sus responsabilidades y metas de SPI
Nivel 2 Es honesto, ético y respetuoso	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reconoce y acepta las consecuencias por su rendimiento en la iniciativa de SPI ▪ Demuestra una conducta profesional, ética y positiva durante la iniciativa de SPI ▪ Funciona dentro de su nivel de autoridad tomando solamente las decisiones que le correspondan ▪ Modifica su comportamiento para cumplir con los estándares éticos de la iniciativa SPI ▪ Piensa antes de actuar, suspende juicios y utiliza un alto grado de tacto y diplomacia ▪ Proporciona realimentación a los actores de SPI de una manera honesta, amable y servicial ▪ Respeto las inquietudes y los puntos de vista compartidas por los actores de SPI
Nivel 3 Alinea sus valores con los de la iniciativa de SPI	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alinea sus valores personales con los de la iniciativa de SPI y los de la organización ▪ Elogia y da el crédito merecido al trabajo, las ideas, y las contribuciones de los actores de SPI ▪ Mantiene sus principios éticos, incluso en circunstancias difíciles o críticas de la iniciativa de SPI ▪ Presenta la "verdad" en la iniciativa de SPI de una manera apropiada y útil ▪ Realiza la parte justa de la carga de trabajo de la iniciativa SPI ▪ Responde apropiadamente a problemas éticos y las injusticias con los actores de SPI ▪ Utiliza la autoridad formal y el poder de una manera justa y equitativa en la iniciativa de SPI
Nivel 4 Supervisa y controla la ética y los valores en la iniciativa de SPI	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evita brechas en la confidencialidad y de seguridad de la iniciativa de SPI ▪ Admite y asume las consecuencias de sus decisiones y de sus resultados en la iniciativa de SPI ▪ Atiende las inquietudes de los actores de SPI en una forma abierta, honesta y respetuosa ▪ Considera la ética y los valores de la organización en las decisiones de SPI ▪ Establece y vigila el respeto de los límites de los comportamientos de los actores de SPI ▪ Expresa insatisfacción abiertamente cuando se comprometen los valores de la iniciativa de SPI ▪ Identifica y considera los distintos aspectos éticos de una situación de la iniciativa SPI ▪ Se asegura que los empleados sean tratados con equidad y justicia durante la iniciativa de SPI
Nivel 5 Promueve la ética y la integridad	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Define, difunde y constantemente ejemplifica los valores y la ética de la organización ▪ Modela y ejercita buenos juicios con respecto a la conducta personal en la iniciativa de SPI ▪ Premia los valores correctos y desaprueba los comportamientos incorrectos en la iniciativa de SPI ▪ Promueve un clima de franqueza y honestidad y no penaliza la desconformidad responsable ▪ Realiza planes de aprendizaje de los valores y comportamientos requeridos por la iniciativa SPI ▪ Realiza las acciones éticas necesarias aunque pueden influir negativamente en los actores de SPI ▪ Se asegura que todos los actores de SPI tengan acceso equitativo a las oportunidades de desarrollo

1.2.4. Responsabilidad

Responsabilidad	
Acepta sus responsabilidades, realiza sus actividades, contribuye, y muestra compromiso con el éxito de la iniciativa de SPI	
Nivel 1 Cumple sus responsabilidades	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Acepta fácilmente sus responsabilidades y actividades de SPI y cumple con sus compromisos ▪ Muestra un firme compromiso para satisfacer las expectativas y los objetivos de SPI ▪ Participa en las actividades de SPI en los días y horas designadas ▪ Sigue los procedimientos y reglas establecidos durante la iniciativa de SPI
Nivel 2 Completa tareas rutinarias	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Completa exitosamente sus tareas de SPI en forma independiente ▪ Conoce a profundidad sus responsabilidades y actividades en la iniciativa de SPI ▪ Pide apoyo adicional cuando se enfrentan tareas o situaciones de SPI poco familiares ▪ Proporciona notificaciones cuando no puede cumplir con los tiempos de sus actividades SPI ▪ Toma decisiones simples basadas en información que generalmente es clara y adecuada
Nivel 3 Opera bajo supervisión limitada	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplica las nuevas directrices y procedimientos establecidos por el líder de SPI ▪ Crea un compromiso personal con el cumplimiento de sus responsabilidades y actividades de SPI ▪ Cumple con sus responsabilidades y actividades de SPI utilizando los recursos en forma óptima ▪ Exige un alto rendimiento en los resultados de los actores de SPI por medio del ejemplo ▪ Hace responsables a las personas de sus acciones y de sus resultados en la iniciativa de SPI ▪ Muestra disposición a trabajar horas extras para cumplir con los plazos establecidos SPI
Nivel 4 Se encarga de los resultados a nivel de equipo de SPI	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Asume la responsabilidad de las acciones y de los resultados del equipo de SPI ▪ Reporta y explica el uso de los recursos de la iniciativa de SPI ▪ Se reúne con equipo de SPI para monitorear el progreso de los planes de SPI ▪ Toma un papel de liderazgo para tomar decisiones en la iniciativa de SPI
Nivel 5 Fomenta la responsabilidad y el compromiso	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Administra y supervisa los procedimientos de SPI para delegar responsabilidades a los empleados ▪ Asume la responsabilidad de las acciones y de los resultados globales de la iniciativa de SPI ▪ Controla el funcionamiento de la iniciativa SPI dentro del presupuesto ▪ Actúa como un modelo de responsabilidad y compromiso con la iniciativa de SPI ▪ Elabora, revisa y difunde las expectativas y las metas de la iniciativa de SPI

1.2.5. Orientación a los logros y a los resultados

Orientación a los logros y a los resultados	
Tiene la energía sostenida y la determinación para superar los obstáculos y para cumplir con los tiempos, los estándares y las metas de la iniciativa de SPI	
Nivel 1 Realiza sus actividades de SPI	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aclara lo que se espera de sus actividades y responsabilidades dentro de la iniciativa SPI ▪ Apoya activamente la misión y los objetivos de la iniciativa SPI ▪ Cumple con sus responsabilidades y actividades de SPI en el tiempo que tiene asignado ▪ Es positivo y entusiasta acerca de sus actividades SPI y responsabilidades
Nivel 2 Persevera en sus actividades de SPI	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hace su mejor esfuerzo en una situación nueva y difícil durante la iniciativa de SPI ▪ Muestra resistencia frente a los problemas y los obstáculos de la iniciativa de SPI ▪ Persevera a través de varios obstáculos para completar las tareas y responsabilidades de SPI ▪ Se mantiene enfocado en contribuir en el logro de los objetivos de la iniciativa de SPI
Nivel 3 Maneja su rendimiento personal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Establece y alcanza sus objetivos de rendimiento personal en la iniciativa SPI ▪ Mantiene una lista de “cosas por hacer” para cumplir con los plazos asignados a sus actividades SPI ▪ Persigue con energía y persistencia los objetivos de SPI y mide su progreso ▪ Prioriza su trabajo y toma decisiones alineadas con los objetivos de SPI ▪ Realiza las actividades de SPI a pesar de que encuentra obstáculos frecuentemente ▪ Toma nuevos roles y responsabilidades ante cambios inesperados en la iniciativa de SPI
Nivel 4 Cumple con las metas de SPI y busca la mejora a largo plazo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Asume la determinación personal para solucionar problemas de SPI difíciles ▪ Consistentemente excede las expectativas en los plazos de entrega de la iniciativa de SPI ▪ Desarrolla e implementa mecanismos para manejar los obstáculos en la iniciativa SPI ▪ Establece los objetivos de SPI como la prioridad principal para él y para el equipo de SPI ▪ Exhibe un fuerte sentido de urgencia para solucionar problemas y realizar sus actividades de SPI ▪ Persiste para superar los obstáculos de la iniciativa de SPI ▪ Supera las expectativas y se esfuerza por mejorar su desempeño en la iniciativa de SPI
Nivel 5 Orientación a los logros y a los resultados organizacionales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fomenta el cumplimiento de la iniciativa de SPI dentro de los tiempos y los estándares de calidad ▪ Fomenta una cultura que valora la orientación a los logros y a los resultados de la iniciativa de SPI ▪ Mantiene el patrocinio de la iniciativa de SPI a pesar de los obstáculos y circunstancias negativas ▪ Patrocina y da seguimiento al cumplimiento de las metas de la iniciativa de SPI ▪ Se enfoca en obtener una ventaja estratégica a largo plazo con los resultados de la iniciativa de SPI

1.2.6. Iniciativa

Iniciativa	
Busca información, aprovecha las oportunidades, identifica y aborda proactiva y persistentemente las cuestiones de SPI, y ofrece ideas para la mejora y para promover la iniciativa de SPI	
Nivel 1 Aborda temas actuales de SPI	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Busca activamente información con sus compañeros para realizar sus actividades de SPI ▪ Consultas fuentes de información para obtener información relevante para la iniciativa SPI ▪ Hace preguntas para mejorar su comprensión de la iniciativa de SPI ▪ Ofrece ideas y hace frente a situaciones o problemas actuales de la iniciativa de SPI
Nivel 2 Aborda cuestiones de SPI inminentes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Busca formas de lograr un mayor resultado o agregar valor a la iniciativa de SPI ▪ Busca información de muchas fuentes diferentes antes de decidir su enfoque o una solución ▪ Busca la razón de fondo de los problemas de SPI y no acepta información superficial ▪ Investiga personalmente cuestiones de la iniciativa de SPI para saber más ▪ Toma medidas para evitar problemas de SPI o para capitalizar las oportunidades inminentes
Nivel 3 Actúa rápidamente en una crisis SPI	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Busca nuevas responsabilidades en la iniciativa SPI ▪ Desarrolla y utiliza una variedad de fuentes con el fin de recabar información de SPI ▪ Hace una serie de preguntas de sondeo para llegar a la raíz de una situación o de un problema de SPI ▪ Implementa ideas y enfoques que puedan agregar valor a la iniciativa SPI ▪ Sistemáticamente obtiene datos, información o realimentación de la iniciativa de SPI ▪ Utiliza los recursos adecuados y su experiencia para hacer frente a una crisis de SPI
Nivel 4 Mira hacia el futuro	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aprovecha las oportunidades potenciales para mejorar o enriquecer la iniciativa de SPI ▪ Contacta a expertos en SPI para resolver los problemas de SPI y para beneficiarse de su experiencia ▪ Evita o minimiza los posibles problemas de la iniciativa de SPI e implementa planes de contingencia ▪ Inicia y lleva a cabo cambios oportunos en la iniciativa de SPI que pueden agregarle valor
Nivel 5 Fomenta la iniciativa en otros	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Actúa y toma decisiones rápidamente para enfrentar necesidades urgentes en la iniciativa de SPI ▪ Busca constantemente contacto con expertos para mantenerse al tanto de las novedades en SPI ▪ Busca información para facilitar la dirección estratégica y la administración de la iniciativa de SPI ▪ Fomenta un ambiente que se anticipa y actúa sobre las posibles amenazas y oportunidades de SPI ▪ Identifica oportunamente y aprovecha las oportunidades estratégicas de la iniciativa de SPI ▪ Identifica proactivamente factores internos y externos que podrían afectar la iniciativa SPI

1.2.7. Flexibilidad y apertura al cambio

Flexibilidad y apertura al cambio	
Se adapta, ajusta su comportamiento y trabaja eficientemente con una variedad de situaciones, entornos, individuos, grupos, nueva información, y situaciones o entornos cambiantes en la iniciativa de SPI	
Nivel 1 Es abierto a cambios	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Acepta nuevos enfoques de SPI cuando los métodos convencionales no funcionan ▪ Está abierto a nuevas formas de trabajo y a los cambios generados por la iniciativa de SPI ▪ Está dispuesto a asumir nuevas actividades y responsabilidades en la iniciativa de SPI
Nivel 2 Acepta y tolera el cambio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ajusta sus responsabilidades y prioridades para satisfacer las demandas de la iniciativa de SPI ▪ Es flexible, adaptable y efectivo cuando trabaja con actores de SPI con diferentes características ▪ Reevalúa su posición cuando los actores de SPI proporcionan nueva información ▪ Se mantiene enfocado y efectivo durante la ambigüedad, el caos y los cambios de la iniciativa de SPI ▪ Realiza los cambios en su responsabilidades y actividades requeridos por la iniciativa de SPI
Nivel 3 Se adapta a una variedad de cambios	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Examina el impacto de los cambios actuales y futuros de la iniciativa SPI ▪ Orienta a los actores de SPI sobre cómo ajustarse a los efectos y los cambios de la iniciativa de SPI ▪ Identifica y notifica cuando se requieren cambios fundamentales en el plan de SPI ▪ Utiliza la realimentación de los empleados para agilizar la iniciativa de SPI
Nivel 4 Se adapta a cambios grandes y complejos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplica flexiblemente las reglas o procedimientos de la iniciativa de SPI dependiendo de la situación ▪ Cambia las estrategias y métodos de SPI antes de que sean ineficaces ▪ Introduce procedimientos de SPI que aseguran una respuesta rápida y que fomentan la flexibilidad ▪ Reorganiza los recursos para satisfacer las necesidades cambiantes de la iniciativa SPI
Nivel 5 Adapta las estrategias de la organización	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cambia fácilmente entre tratar con cuestiones macro estratégicas y detalles clave de la iniciativa SPI ▪ Establece prioridades y considera las alternativas de acción en la iniciativa de SPI ▪ Evalúa y ajusta las demandas y expectativas de SPI a aspectos internos y externos de la organización ▪ Responde con rapidez y eficacia a las situaciones inesperadas y cambiantes durante la iniciativa de SPI

1.3 Creación

1.3.1. Pensamiento analítico

Pensamiento analítico	
Interpreta, analiza y enlaza información para comprender y resolver los problemas relacionados con la iniciativa SPI	
Nivel 1 Analiza información	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analiza las actividades de SPI que tiene asignado para identificar áreas de mejora ▪ Identifica, comprende y describe los problemas de SPI y recomienda acciones para resolverlos ▪ Resume la información de SPI para verificar su comprensión
Nivel 2 Identifica relaciones en la información	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analiza los componentes de un problema de SPI que está relacionado a sus responsabilidades ▪ Busca información adicional y consulta los recursos disponibles acerca de una situación de SPI ▪ Identifica varias posibles explicaciones o alternativas para una situación de SPI ▪ Ve conexiones, patrones o tendencias en la información disponible acerca de la iniciativa SPI
Nivel 3 Analiza relaciones complejas en información y factores de SPI	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analiza las fortalezas y debilidades de los enfoques actuales de SPI ▪ Analiza, identifica sus causas y recomienda soluciones a los problemas y las situaciones de SPI ▪ Clarifica situaciones complejas de la iniciativa de SPI ▪ Divide los problemas de SPI en listas manejables de tareas o actividades ▪ Identifica y evalúa varios factores de SPI y determina la información necesaria para resolverlos ▪ Simplifica información compleja de múltiples fuentes para entender los problemas de SPI ▪ Entiende las razones de los obstáculos de la iniciativa de SPI y encuentra maneras de superarlos
Nivel 4 Anticipa problemas de SPI y los aborda	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analiza la relación costo-beneficio y los riesgos para desarrollar estrategias de SPI ▪ Analiza y evalúa en profundidad posibles cambios a la iniciativa de SPI que agreguen valor ▪ Anticipa los posibles resultados de su estrategia y de sus acciones en la iniciativa de SPI ▪ Anticipa posibles obstáculos de la iniciativa de SPI y elabora planes para superarlos ▪ Considera una multiplicidad de factores de SPI interrelacionados para tomar decisiones ▪ Evalúa los efectos, las implicaciones y la gravedad de los problemas de SPI ▪ Identifica la brecha entre la situación actual y la situación deseada en la iniciativa de SPI ▪ Soluciona los problemas de SPI abordando su origen y previniendo su recurrencia
Nivel 5 Analiza globalmente los problemas de la organización	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anticipa las consecuencias de los problemas de SPI en la organización ▪ Comprende y analiza los problemas externos que podrían afectar la iniciativa de SPI ▪ Equilibra múltiples perspectivas cuando se establece la dirección de la iniciativa de SPI ▪ Identifica los factores organizacionales que pueden afectar a la iniciativa de SPI ▪ Realiza un análisis de los costos y beneficios de las distintas alternativas de la iniciativa de SPI ▪ Transforma las ideas abstractas de mejora organizacional en proyectos de SPI reales

1.3.2. Creatividad e innovación

Creatividad e innovación	
Cuestiona los enfoques convencionales de SPI, explora alternativas, responde a los desafíos con soluciones innovadoras, estimula nuevas ideas e innovaciones en la iniciativa de SPI.	
Nivel 1 Cuestiona los enfoques actuales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cuestiona los procesos convencionales de SPI y busca alternativas ▪ Evalúa las ventajas y desventajas de los enfoques de procesos alternativos de la iniciativa de SPI ▪ Genera nuevas ideas y sugerencias para mejorar la iniciativa SPI
Nivel 2 modifica los enfoques actuales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Define e implementa enfoques y prácticas nuevas que apoyen los objetivos de la iniciativa de SPI ▪ Identifica soluciones alternativas basándose en las situaciones precedentes en la iniciativa de SPI ▪ Modifica y adapta los métodos de SPI para cumplir con las necesidades de los actores de SPI
Nivel 3 Introduce nuevos enfoques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cuestiona y desafía la calidad de los métodos convencionales de SPI ▪ Desarrolla nuevos procedimientos a partir de los métodos tradicionales de SPI ▪ Encuentra maneras creativas de hacer que las actividades de SPI sean gratificantes ▪ Utiliza las soluciones existentes de forma innovadora para resolver problemas de SPI
Nivel 4 Crea nuevos conceptos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Busca ideas o soluciones a los problemas de SPI que han funcionado en otro entorno y las aplica ▪ Crea nuevos métodos para la planificación, el diseño y la realización de la iniciativa SPI ▪ Crea soluciones a los problemas de SPI para las que no hay experiencia previa ▪ Desarrolla enfoques creativos para mejorar la eficiencia y eficacia de la iniciativa de SPI ▪ Aplica ideas de vanguardia para desarrollar y trabajar con el equipo de SPI
Nivel 5 Fomenta la creatividad	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anima a desafiar los enfoques convencionales de SPI y analiza las implicaciones de las nuevas ▪ Desarrolla un ambiente que nutre el pensamiento creativo, el cuestionamiento y experimentación ▪ Desarrolla, introduce, defiende y apoya las nuevas ideas de SPI ▪ Patrocina la experimentación para maximizar el potencial de innovación en la iniciativa de SPI

2. Competencias sociales

2.1 Sensibilidad social

2.1.1. Comunicación

Comunicación	
Escucha y comunica ideas, hechos y datos, tanto oralmente como por escrito, relacionados con la iniciativa de SPI	
Nivel 1 Escucha y comunica ideas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Escucha los cuestionamientos y los puntos de vista de los actores de SPI ▪ Mantiene una comunicación abierta, continua y estable con los actores de SPI ▪ Presenta su opinión acerca de la iniciativa de SPI de manera clara y concisa ▪ Se mantiene disponible, facilita iniciar la comunicación y emplea vocabulario apropiado
Nivel 2 Se comunica activamente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ofrece información clara y concisa a los actores de SPI que se la solicitan ▪ Hace preguntas para evaluar su comprensión de la comunicación con los actores de SPI ▪ Presta atención al lenguaje corporal, la expresión facial y el tono de voz de los actores de SPI ▪ Proporciona la cantidad apropiada de detalle en la comunicación de información a los actores de SPI ▪ Voluntariamente ofrece información adicional relevante que no haya sido solicitada
Nivel 3 Enriquece la comunicación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Complementa los mensajes de SPI con información, ejemplos y demostraciones pertinentes ▪ Comunica las directrices, las expectativas y los resultados de la iniciativa de SPI a los actores de SPI ▪ Discute temas y responde preguntas de una manera comprensible, digna y sin estar a la defensiva ▪ Escucha la opinión de los actores de SPI sobre los procedimientos y las políticas de la iniciativa de SPI ▪ Proporciona realimentación negativa en el comportamiento y no en términos personales ▪ Proporciona una explicación sencilla y comprensible de los beneficios de la iniciativa de SPI ▪ Se asegura que los actores de SPI estén bien informados y les aclara información errónea ▪ Se comunica abiertamente y con respeto al abordar los problemas de SPI con el equipo de SPI
Nivel 4 Adapta la comunicación y comunica mensajes complejos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anticipa y adapta el contenido, el estilo y el tono a las características de la audiencia objetivo ▪ Comunica, con claridad, tacto y diplomacia, ideas, decisiones, expectativas o problemas de SPI ▪ Comunica e interpreta a los actores de SPI la visión estratégica de la iniciativa de SPI ▪ Comunica mensajes de SPI complejos o impopulares que pudieran percibirse negativamente ▪ Crea y utiliza estrategias de comunicación para generar apoyo entre los actores de SPI ▪ Mantiene informados a los actores de SPI sobre los planes, las metas y los resultados de SPI ▪ Produce documentos informativos y guías de SPI con buen lenguaje, gramática y estructura ▪ Provee al comité directivo información actualizada del estado de la iniciativa de SPI ▪ Utiliza los canales y los medios de comunicación más adecuados y efectivos
Nivel 5 Se comunica estratégicamente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comunica información compleja, crítica y sensible en la iniciativa de SPI ▪ Comunica públicamente la situación de la organización y la necesidad de la iniciativa de SPI ▪ Establece y aplica directrices y normas para la comunicación en la iniciativa de SPI ▪ Promueve el diálogo, el entendimiento y el consenso acerca de la iniciativa de SPI ▪ Utiliza estratégicamente diversos medios de comunicación para potenciar la iniciativa de SPI

2.1.2. Sensibilidad organizacional

Sensibilidad organizacional	
Emplea su conocimiento de la estructura, la cultura, el clima, y la política de la organización para lograr los objetivos de la iniciativa SPI	
Nivel 1 Comprende la estructura formal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comprende los deberes y el propósito de los roles de SPI en un nivel básico ▪ Entiende cómo funciona la organización, la iniciativa de SPI y la estructura de SPI ▪ Entiende cómo sus responsabilidades ayudan al cumplimiento de los objetivos de la iniciativa de SPI ▪ Utiliza la estructura formal, las normas y los procesos para realizar sus actividades de SPI
Nivel 2 Comprende la estructura informal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utiliza los canales formales e informales para adquirir información de la iniciativa de SPI ▪ Comprende la estructura informal de la organización y la iniciativa de SPI ▪ Se asegura que sus actividades se alineen con los procedimientos formales de SPI ▪ Identifica a los actores clave y tomadores de decisiones en la iniciativa de SPI
Nivel 3 Comprende la cultura, y la política de la organización	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apoya los cambios en la cultura y en los métodos para obtener el éxito de la iniciativa de SPI ▪ Describe con precisión los problemas y la cultura de los actores de SPI ▪ Evaluá el clima organizacional para facilitar la realización de la iniciativa de SPI ▪ Se mantiene actualizado de lo que está pasando en la organización y en la iniciativa de SPI ▪ Interactúa con los actores de SPI para entender sus actividades y responsabilidades de SPI
Nivel 4 Utiliza la estructura, la cultura, y la política para lograr los objetivos de SPI	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comprende la dinámica, la armonía y la sinergia del equipo de SPI ▪ Considera los objetivos, el clima y la cultura organizacional en los planes de la iniciativa de SPI ▪ Evalúa el impacto de sus acciones sobre la estructura y la percepción de la iniciativa de SPI ▪ Identifica los intereses de los actores clave de la iniciativa de SPI ▪ Involucra a los tomadores de decisiones y las personas más influyentes en la iniciativa de SPI ▪ Realiza cambios en el clima y en la cultura para satisfacer las necesidades de los actores de SPI ▪ Utiliza las estructuras formales e informales para cumplir los objetivos de la iniciativa de SPI
Nivel 5 Comprende el contexto de la organización	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comprende ampliamente el contexto social y económico en el que opera la organización ▪ Comprende las fuerzas políticas de la organización y las utiliza en favor de la iniciativa de SPI ▪ Identifica los recursos apropiados basados en las fortalezas y debilidades de la organización ▪ Rompe las barreras estructurales, funcionales y culturales entre los actores de SPI ▪ Toma y ejecuta decisiones estratégicas de SPI basadas en los principios y políticas de la organización ▪ Utiliza información de aspectos sociales, políticos y económicos para ajustar la iniciativa de SPI

2.1.3. Sensibilidad social

Sensibilidad social	
Percibe, evalúa, considera y responde adecuadamente a las necesidades y sentimientos de los actores de SPI	
Nivel 1 Interactúa con tacto y cortesía	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Acepta y aprecia la diversidad de ideas, opiniones y formas de trabajo de los actores de SPI ▪ Es amigable y respetuoso y se gana el respeto de los actores de SPI ▪ Hace críticas constructivas y muestra su desacuerdo sin ofender y con sensibilidad ▪ Interactúa y se relaciona con honestidad, respeto y justicia con los actores de SPI
Nivel 2 Responde adecuadamente a las emociones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Actúa y reacciona en formas que generan interés y comodidad en los actores de SPI ▪ Corrige los errores de los empleados en una manera cortés ▪ Escucha atentamente las necesidades y preocupaciones de los actores de SPI ▪ Es optimista, compasivo, cortés, sensible y accesible con todos los actores de SPI
Nivel 3 Atiende las preocupaciones de los demás	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prevé las reacciones de los actores de SPI considerando sus fortalezas y sus debilidades ▪ Atiende y busca solucionar las necesidades y las preocupaciones de los actores de SPI ▪ Integra a actores de SPI que parecen ser "excluidos" y acoge con satisfacción a empleados nuevos ▪ Expresa gratitud y aprecio a los actores de SPI que proporcionan información, asistencia o apoyo ▪ Encuentra formas amables de tratar temas delicados con los actores de SPI
Nivel 4 Considera los sentimientos y necesidades de los empleados en la iniciativa de SPI	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ajusta la estrategia de la iniciativa de SPI para reducir el estrés de los actores de SPI ▪ Analiza y considera los motivadores y desmotivadores de los actores y del equipo de SPI ▪ Anticipa el efecto de sus acciones o argumentos en las emociones y la sensibilidad de los demás ▪ Escucha a los actores de SPI y se pone en sus zapatos para comprender lo que sienten ▪ Identifica los límites de los empleados y ajusta sus responsabilidades de SPI para minimizar su estrés ▪ Identifica y soluciona problemas de motivación entre los actores de SPI ▪ Mejora y ajusta la iniciativa SPI para motivar y satisfacer a los empleados y a los actores de SPI ▪ Vincula la iniciativa de SPI con los valores, las necesidades y las metas de los actores de SPI
Nivel 5 Crea un ambiente de sensibilidad social	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Considera en la iniciativa de SPI las necesidades, percepciones y sentimientos de los actores de SPI ▪ Implementa mecanismos para evaluar las emociones y necesidades de los actores de SPI ▪ Emplea incentivos para premiar los logros y el rendimiento de los actores y del equipo de SPI ▪ Influye positivamente en las emociones y percepciones de los actores de SPI ▪ Identifica constantemente maneras de liberar o limitar el estrés de los actores de SPI

2.2 Gestión de las relaciones

2.2.1. Manejo del conflicto

Manejo del conflicto	
Evita, previene, anticipa, gestiona y resuelve conflictos entre los individuos y los grupos en la iniciativa de SPI	
Nivel 1 Evita conflictos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evita las confrontaciones innecesarias o improductivas ▪ Mantiene la calma cuando tiene un conflicto con los actores de SPI ▪ Participa en conversaciones o reuniones destinadas a resolver los conflictos
Nivel 2 Identifica los conflictos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alienta el diálogo, los acuerdos y el entendimiento mutuo entre los actores de SPI en conflicto ▪ Considera las inquietudes, dudas y razonamientos de los actores de SPI en conflicto ▪ Identifica cuándo hay un conflicto entre dos o más partes y lo turna a las personas adecuadas ▪ Identifica oportunamente áreas de interés entre los actores de SPI en conflicto ▪ Trata eficazmente con los actores de SPI en una situación antagónica
Nivel 3 Apoya la resolución y encara conflictos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Busca soluciones favorables para todos los actores de SPI que están en conflicto ▪ Enfoca los conflictos en las actividades y los objetivos y los aleja de aspectos de personalidad ▪ Identifica y utiliza la mediación para reducir la tensión y el conflicto entre los actores de SPI ▪ Toma acción inmediata y se reúne con las partes afectadas para resolver un conflicto en crecimiento
Nivel 4 Previene conflictos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anticipa y evita conflictos entre los actores de SPI ▪ Construye propósitos comunes entre los actores de la iniciativa de SPI para evitar conflictos ▪ Previene y encara los conflictos en el equipo SPI para disminuir sus efectos en la iniciativa ▪ Se prepara para las reacciones y objeciones de los actores de SPI antes de tomar decisiones ▪ Utiliza múltiples dinámicas individuales o grupales de diagnóstico y evaluación de conflictos
Nivel 5 Previene y resuelve conflictos organizacionales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Crea un ambiente de resolución y previsión de conflictos en la iniciativa de SPI ▪ Enfrenta constructivamente puntos de vista opuestos que desafía el statu quo de la iniciativa de SPI ▪ Fomenta comportamientos individuales y grupales que limiten los conflictos entre los actores de SPI ▪ Resuelve los conflictos relacionados con los objetivos y los recursos de la iniciativa de SPI ▪ Utiliza el consenso entre los actores de SPI para resolver problemas globales en la iniciativa de SPI

2.2.2. Negociación e influencia

Negociación e influencia	
Es la capacidad de persuadir, convencer, influir o impresionar a otros (individuos o grupos) con el fin de conseguir el apoyo y el compromiso con la iniciativa SPI	
Nivel 1 Utiliza hechos y la información	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Establece en forma clara y convincente su posición sobre la iniciativa SPI ▪ Explica y justifica su punto de vista y analiza objetivamente las opciones ▪ Trata de persuadir a los actores de SPI que su idea es válida utilizando ejemplos, datos y hechos
Nivel 2 Se adapta a las necesidades de los demás	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Considera la perspectiva de los demás cuando negocia o presenta argumentos ▪ Cuidadosamente presenta datos de la iniciativa de SPI para influir en la opinión de los empleados ▪ Explica a los empleados de la importancia de su participación en la iniciativa de SPI ▪ Proporciona información creíble, correcta y adecuada a las necesidades de los actores de SPI
Nivel 3 Negocia e influye en los demás	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adapta argumentos, presentaciones y debates a las necesidades o intereses de los actores de SPI ▪ Elabora y presenta múltiples argumentos para comprometer e influir a los actores de SPI ▪ Enfatiza persuasivamente las ventajas, el valor y los beneficios de la iniciativa de SPI ▪ Hace compromisos personales con el fin de generar confianza y credibilidad con los actores de SPI ▪ Influye en los actores de SPI utilizando el proceso de dar y recibir y sin el uso de autoridad directa ▪ Trabaja con los actores de SPI para construir la propiedad y el involucramiento de las soluciones ▪ Inspira en otros un sentido de urgencia a solucionar problemas de la iniciativa SPI
Nivel 4 Construye coaliciones y alianzas estratégicas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Efectúa sondeos en tomadores de decisiones clave y personas influyentes antes de la reunión ▪ Identifica y persuade a los principales actores de SPI hacia un curso de acción de la iniciativa de SPI ▪ Negocia y convence a los patrocinadores a adoptar los planes de SPI o a reorganizar la iniciativa SPI ▪ Obtiene consensos, compromisos y resultados "ganar-ganar" entre los actores de SPI ▪ Selecciona el enfoque y el momento adecuado para influir en los actores de SPI ▪ Utiliza análisis costo-beneficio para resaltar el valor de una idea en la iniciativa de SPI ▪ Utiliza argumentos lógicos, convicciones personales, presencia e impacto personal y la pasión para influir, convencer y comprometer a los actores de SPI ▪ Utiliza expertos de SPI para proporcionar asesoramiento y para construir credibilidad e influencia
Nivel 5 Influye a nivel estratégico en la organización	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diseña estrategias para promover ideas y conceptos de la iniciativa de SPI ▪ Diseña estrategias para que los empleados se involucren y apoyen la iniciativa SPI ▪ Es abierto y accesible al resolver cuestiones sociales muy delicadas y complejas en la iniciativa de SPI ▪ Influye en quienes toman las decisiones reales y en aquellos que pueden influir sobre ellos ▪ Ofrece compensaciones o reconocimientos para ganar el compromiso de los actores de SPI ▪ Representa a la organización para llegar a acuerdos con otras organizaciones y contratistas ▪ Utiliza estratégicamente las asociaciones y a los expertos de SPI para persuadir a los actores de SPI

2.2.3. Difunde y apoya el cambio

Difunde y apoya el cambio	
Es la capacidad para iniciar, facilitar y comunicar el proceso de cambio, y para involucrar y ayudar a los compañeros a tratar y superar sus efectos, mientras se mantiene el compromiso y el entusiasmo con la iniciativa de SPI	
Nivel 1 Apoya el cambio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identifica y acepta la necesidad de los cambios requerido por iniciativa de SPI ▪ Responde positivamente cuando se considera realizar cambios en la organización ▪ Apoya públicamente y se adapta a los cambios importantes de la iniciativa de SPI
Nivel 2 Alienta el cambio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alienta a los miembros del equipo a actuar y a comprometerse con el cambio ▪ Promueve las ventajas y los beneficios del cambio entre los actores de SPI ▪ Alienta a los actores de SPI a mantener el rendimiento del trabajo durante el cambio ▪ Proporciona su visión a los actores de SPI de cómo adaptarse a los cambios de la iniciativa de SPI
Nivel 3 Persuade a cambiar	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comparte una visión explícita y justifica el cambio con todos los actores de SPI ▪ Crea oportunidades para la discusión sobre los cambios en la iniciativa de SPI ▪ Habla positivamente de la iniciativa SPI en todo momento con los empleados y actores de SPI ▪ Inspira confianza, entusiasmo y compromiso con el logro de los cambios de la iniciativa de SPI ▪ Orienta y dirige a los actores de SPI durante la transición y en el nuevo entorno ▪ Persuade a los actores de SPI a que acepten el cambio en la organización ▪ Promueve la contribución de los empleados al logro de los objetivos de la iniciativa de SPI ▪ Se asegura que los actores de SPI entienden el propósito y la dirección del cambio ▪ Utiliza reuniones e información actualizada para involucrar a los actores de SPI en los cambios
Nivel 4 Difunde la visión del cambio y logra el compromiso	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Difunde una visión convincente del cambio que genera emoción, entusiasmo y compromiso ▪ Él/ella es un modelo personal del cambio y estimula a los actores de SPI a hacer lo mismo ▪ Explica y aclara con entusiasmo los cambios requeridos por la iniciativa de SPI ▪ Identifica y consigue el apoyo del personal y los grupos clave para realizar los cambios ▪ Logra el compromiso de los empleados con las nuevas responsabilidades de SPI ▪ Públicamente define las áreas específicas donde se requieren cambios por la iniciativa de SPI ▪ Realiza esfuerzos para crear y mantener el compromiso y el entusiasmo hacia los cambios ▪ Reconoce y recompensa a los actores de SPI que tienen un desempeño destacado
Nivel 5 Difunde una visión global del cambio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Crea un ambiente que promueve y apoya el cambio para lograr los objetivos de la iniciativa de SPI ▪ Inspira a otros a seguir la visión de la iniciativa SPI ▪ Promueve valores, normas y comportamientos que apoyan los cambios en la iniciativa de SPI ▪ Se mantiene activo y visible en todas las etapas de la gestión del cambio de la iniciativa de SPI ▪ Transmite una visión global de los efectos del cambio de la iniciativa de SPI

2.2.4. Desarrollar y potenciar a los demás

Desarrollar y potenciar a los demás	
Utiliza métodos formales e informales de entrenamiento, dirección y realimentación para mejorar el rendimiento, y fomentar el desarrollo integral y la capacidad a largo plazo de los actores de SPI	
Nivel 1 Comparte la experiencia con los demás	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comparte sus experiencias, conocimientos, mejores prácticas e información con los actores de SPI ▪ Proporciona orientación y entrenamiento en las tareas de SPI a los nuevos empleados ▪ Proporciona realimentación y apoyo informal a los actores de SPI ▪ Responde claramente a las preguntas y dudas de los actores de SPI
Nivel 2 Apoya el desarrollo individual y la mejora	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apoya a los actores de SPI aunque no obtenga un beneficio propio ▪ Asesora a los actores de SPI en cómo manejar los problemas de la iniciativa de SPI ▪ Hace que la información esté disponible en forma oportuna para los actores de SPI ▪ Proporciona apoyo práctico o asistencia para facilitar el trabajo de los actores de SPI ▪ Sugiere a los actores de SPI formas de mejorar su conducta, su rendimiento y solucionar sus problemas
Nivel 3 Promueve el aprendizaje y el desarrollo De los actores de SPI	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comparte sus habilidades, conocimientos y experiencia dentro del equipo de SPI ▪ Ofrece orientación y capacitación basada en las necesidades y tareas de cada actor de SPI ▪ Promueve la productividad y el desarrollo profesional entre los actores de SPI ▪ Proporciona instrucciones a los actores de SPI acerca de lo que tiene que hacer y cómo hacerlo
Nivel 4 Proporciona oportunidades para el desarrollo de los actores de SPI	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrolla planes de capacitación adecuados a las necesidades y deficiencias de los actores de SPI ▪ Evalúa y supervisa el desarrollo de los actores de SPI y soluciona problemas de rendimiento ▪ Identifica las competencias requeridas por cada rol de SPI y realiza evaluaciones a los actores de SPI ▪ Mantiene a los actores de SPI capacitados para cumplir con los requisitos de la iniciativa de SPI ▪ Proporciona oportunidades de desarrollo profesional y personal a los actores de SPI ▪ Utiliza entrenamiento y capacitación para apoyar el desarrollo de los actores de SPI
Nivel 5 Crea estrategias para el desarrollo de los empleados	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Asigna tiempo y recursos exclusivos para la formación y capacitación en la iniciativa de SPI ▪ Diseña, implementa y difunde las oportunidades de desarrollo para todos los actores de SPI ▪ Implementa planes de capacitación en SPI que apoyen la reestructuración de la organización ▪ Promueve y apoya el aprendizaje y la mejora continua en los actores de SPI

2.2.5. Trabajo en equipo y colaboración

Trabajo en equipo y colaboración	
Es el deseo y la capacidad de trabajar activamente en forma cooperativa, colaborativa y positiva para lograr los objetivos y las metas del equipo de SPI y de la iniciativa de SPI	
Nivel 1 Trabaja en equipo y colabora	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Colabora, aporta información y ayuda a los actores de SPI ▪ Entiende los objetivos del equipo de SPI y el papel de cada miembro del equipo ▪ Participa activamente en las actividades de la iniciativa de SPI
Nivel 2 Fomenta el trabajo en equipo y la colaboración	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alienta a los actores de SPI a compartir sus experiencias, conocimientos y buenas prácticas ▪ Apoya las decisiones del equipo de SPI, incluso cuando son diferentes a su punto de vista ▪ Estimula y promueve la cooperación, la lealtad, y ayuda a lograr un consenso entre los actores de SPI ▪ Potencia un clima de confianza y colaboración entre los actores de SPI ▪ Se hace responsable de tareas que preferiría no hacer para apoyar a un actor de SPI
Nivel 3 Influye en el equipo e impacta en su dinámica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Participa activamente en las reuniones del equipo de SPI y apoya las ideas y propuestas de otros ▪ Promueve las metas del equipo de SPI y realiza observaciones para mejorar su rendimiento ▪ Se asegura que los actores de SPI comprendan sus responsabilidades, actividades y sus expectativas ▪ Trabaja con el equipo de SPI para lograr los resultados de la iniciativa de SPI ▪ Utiliza la opinión del equipo de SPI para crear métodos SPI y para resolver problemas de SPI
Nivel 4 Construye la eficacia del equipo y fomenta su éxito	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ajusta las responsabilidades de los actores de SPI basándose en su carga de trabajo ▪ Alinea el trabajo del equipo de SPI con la dirección estratégica y la visión SPI ▪ Asigna autoridad a los actores de SPI basándose en el alcance de las actividades delegadas ▪ Asigna los roles de SPI tomando en cuenta las habilidades y los conocimientos de los candidatos ▪ Asigna y monitorea el progreso de las actividades delegadas al equipo de SPI ▪ Define claramente los objetivos, responsabilidades y expectativas de los roles y del equipo de SPI ▪ Él/ella es un modelo de comportamiento cooperativo y estimula a los actores de SPI a hacer lo mismo ▪ Guía el equipo de SPI en la solución de los problemas de SPI y en el logro de las metas de SPI ▪ Integra, cohesiona, crea símbolos de identidad y promueve la cooperación en el equipo de SPI ▪ Involucra a los actores de SPI en la elaboración de las metas, planes y procesos de la iniciativa de SPI ▪ Involucra al equipo de SPI en la definición de los objetivos del equipo de SPI ▪ Solicita opinión y considera las ideas de los actores de SPI cuando toma decisiones ▪ Supervisa y soluciona problemas en el desempeño de los actores y del equipo de SPI
Nivel 5 Fomenta el trabajo en equipo y la colaboración	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aprovecha los conocimientos, las competencias, conocimiento y perfiles de los actores de SPI ▪ Compromete tiempo y recursos para el equipo de SPI y coordina su asignación ▪ Facilita la colaboración con otras organizaciones para lograr la meta de la iniciativa SPI ▪ Fomenta una cultura de equipo y colaboración en toda la organización ▪ Rompe las barreras organizacionales la colaboración entre los actores de SPI ▪ Se asegura que los objetivos del equipo SPI se alinean con los objetivos de la iniciativa de SPI

2.2.6. Redes de trabajo

Redes de trabajo	
Construye, desarrolla, mantiene y fortalece las relaciones y las redes de contacto para obtener información, asistencia y apoyo para alcanzar los objetivos de la iniciativa SPI	
Nivel 1 Construye relaciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aprecia los beneficios y establece relaciones positivas y recíprocas con los actores de SPI ▪ Mantiene contactos formales e informales con los actores de SPI para fortalecer su relación ▪ Participa en eventos sociales diseñados para mejorar o fortalecer la relación entre los actores de SPI
Nivel 2 Desarrolla contactos clave	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identifica los actores de SPI clave con los que debe establecer una relación ▪ Mantiene el contacto y las relaciones con los actores de SPI ▪ Participa en la discusión de temas de interés mutuo con los actores de SPI ▪ Proporciona ayuda, información y apoyo a los demás para construir una base de reciprocidad futura
Nivel 3 Busca nuevas oportunidades de creación de redes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Busca la experiencia de los demás y desarrolla vínculos con expertos y fuentes de información ▪ Busca oportunidades para expandir su red de contactos clave y para transferir conocimiento de SPI ▪ Cultiva una red personal de contactos en diferentes partes de la organización ▪ Desarrolla y cultiva la relación de trabajo efectiva con otras personas para realizar las tareas ▪ Utiliza efectivamente los contactos para lograr resultados de la iniciativa de SPI
Nivel 4 Estratégicamente expande las redes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se asocia con expertos de SPI para obtener información y asesoría ▪ Crea y consolida relaciones entre los actores de SPI para apoyar el éxito de la iniciativa de SPI ▪ Elabora y mantiene coaliciones para obtener apoyo e influenciar a los actores de SPI ▪ Identifica y contacta personas clave para la iniciativa de SPI dentro y fuera de la organización ▪ Utiliza a los actores claves de SPI para alcanzar los objetivos de la iniciativa de SPI ▪ Utiliza la estructura formal o informal para promover los objetivos de la iniciativa de SPI
Nivel 5 Crea redes estratégicas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aprovecha las redes personales para recopilar información de la iniciativa de SPI ▪ Construye relaciones estratégicas de SPI con colegas, grupos de interés y organizaciones ▪ Crea, participa y facilita foros para desarrollar nuevas alianzas y redes formales en SPI ▪ Utiliza expertos para abordar temas, compartir información y resolver problemas de SPI ▪ Utiliza redes personales y profesionales para lograr el éxito de la iniciativa de SPI

3. Competencias técnicas

3.1 Administrativas

3.1.1. Análisis organizacional

Análisis organizacional	
Identifica, comprende, y evalúa las fortalezas, las debilidades y las necesidades de mejora en los elementos de la organización con el objetivo de facilitar el diseño de la estrategia de SPI	
Nivel 1 Comprende la situación actual	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conoce y comprende las metas y los objetivos estratégicos de la organización ▪ Entiende el vínculo entre su trabajo y los objetivos estratégicos de la organización ▪ Entiende la forma de hacer las cosas dentro de la organización y cumple con las normas
Nivel 2 Identifica las fortalezas y debilidades	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ayuda en la identificación de las fortalezas, debilidades y necesidades de la organización ▪ Contribuye al desarrollo de las prioridades y la estrategia de la organización ▪ Identifica, comprende y describe los problemas de los procesos productivos de la organización ▪ Recomienda acciones para mejorar la organización
Nivel 3 Utiliza información organizacional	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Clarifica y hace comprensibles ideas, problemas y situaciones complejas de la organización ▪ Evalúa el grado de aprovechamiento de las capacidades organizacionales en la iniciativa de SPI ▪ Evalúa las deficiencias y debilidades de la organización para realizar la iniciativa de SPI ▪ Reúne datos de la organización en apoyo a la planeación y ejecución de la iniciativa de SPI
Nivel 4 Promueve una estrategia de SPI a largo plazo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Considera la situación y la tendencia de la organización para priorizar las acciones de SPI ▪ Identifica las áreas donde la organización requiere mejorar ▪ Identifica sistemáticamente las fortalezas y las debilidades de la organización ▪ Identifica y comprende las causas de las debilidades de la organización ▪ Ofrece herramientas para evaluar el avance y el desarrollo de la organización ▪ Reorganiza el equipo de SPI para cumplir con los objetivos a largo plazo de la organización ▪ Utiliza sus conocimientos relacionados con la organización para fortalecer la iniciativa de SPI
Nivel 5 Analiza el entorno de la organización	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analiza e investiga el mercado para formular y aplicar una estrategia de SPI factible y rentable ▪ Analiza el entorno externo e interno y las políticas gubernamentales para ajustar la iniciativa de SPI ▪ Considera el entorno de la organización para definir la estrategia y los objetivos de la iniciativa de SPI ▪ Elabora planes de contingencia para situaciones organizacionales que afecten la iniciativa de SPI

3.1.2. Administración del cambio organizacional

Administración del cambio organizacional	
Planifica, organiza, dirige, lidera y controla los cambios requeridos por la iniciativa SPI	
Nivel 1 Maneja el trabajo individual	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conoce en forma básica los factores y el proceso de cambio en la iniciativa de SPI ▪ Muestra una voluntad de aceptar la agenda del cambio de la iniciativa de SPI ▪ Pide aclaraciones sobre las oportunidades y las consecuencias de los cambios en la iniciativa de SPI
Nivel 2 Gestiona el trabajo durante los cambios	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aclara las oportunidades y las consecuencias de los cambios en los procesos, estructuras y prácticas ▪ Identifica prácticas importantes o eficaces que se deben seguir después de implementar el cambio ▪ Promueve los cambios requeridos por la iniciativa de SPI ▪ Proporciona realimentación sobre el progreso de la iniciativa de cambio
Nivel 3 Gestiona el proceso de cambio del día a día	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apoya las estrategias para facilitar el cambio en la iniciativa de SPI ▪ Proporciona a los actores de SPI herramientas, recursos y procesos para facilitar el cambio ▪ Recopila y analiza la realimentación de los actores de SPI sobre el impacto del cambio ▪ Trabaja con la agenda del cambio para identificar específicamente lo que hay que hacer y cuándo ▪ Anticipa e identifica las causas de resistencia al cambio e implementa enfoques para enfrentarla
Nivel 4 Dirige el proceso de cambio en la iniciativa de SPI	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atiende las inquietudes de los actores de SPI sobre la nueva estructura de la organización ▪ Cambia la estructura, los sistemas y los recursos de la organización para apoyar la iniciativa de SPI ▪ Define y articula una dirección clara para el equipo de SPI durante el proceso de transición ▪ Desafía el statu quo públicamente comparándolo con un ideal o una visión de cambio ▪ Difunde honestamente los cambios organizacionales generados por la iniciativa de SPI ▪ Evalúa y maneja el ritmo de los cambios de la iniciativa de SPI para obtener resultados óptimos ▪ Lidera el proceso de cambio y crea un sentido de urgencia en torno a agenda del cambio ▪ Sostiene el cambio balanceando los recursos humanos, financieros, tecnología y procesos ▪ Define y aplica múltiples estrategias para superar las resistencias al cambio durante la iniciativa de SPI ▪ Involucra a los actores de SPI en la planificación, el desarrollo y la implementación del cambio
Nivel 5 Impulsa y fomenta el cambio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Define claramente la estrategia de gestión del cambio requeridos por la iniciativa de SPI ▪ Identifica las barreras del cambio y elabora tácticas para superarlas ▪ Obtiene y proporciona recursos para permitir la implementación de los cambios ▪ Promueve la alineación de la organización con la visión del cambio organizacional ▪ Realiza cambios organizacionales para cumplir con las necesidades de la iniciativa SPI ▪ Se mantiene al tanto de las estrategias, iniciativas, programas y herramientas de SPI

3.1.2. Gestión de procesos

Gestión de procesos	
Define, modela, analiza, evalúa, monitorea, y mejora sistemáticamente el rendimiento de los procesos para mejorar los productos y servicios importantes	
Nivel 1 Conoce los procesos de desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entiende, describe e identifica los elementos de los procesos actuales de la organización ▪ Ofrece ideas generales y hace recomendaciones para mejorar los procesos de la organización ▪ Tiene conocimientos básicos para definir procesos productivos ▪ Utiliza los diagramas de los procesos de la organización
Nivel 2 Define y modela los procesos de desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Crea modelos y diagramas de los procesos que están a su cargo ▪ Define las entradas, actividades, salidas y roles de los procesos que están a su cargo ▪ Examina y actualiza rutinariamente los procesos que están a su cargo ▪ Identifica las fortalezas y debilidades de los procesos que están a su cargo
Nivel 3 Analiza los procesos de desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analiza la eficacia y la eficiencia de los procesos e identifica oportunidades de mejora ▪ Define modificaciones a los procesos a partir de las evaluaciones y la sugerencias de SPI ▪ Documenta y estandariza los procesos de la organización ▪ Establece métricas de los procesos considerando los recursos, los tiempos, los defectos, etc.
Nivel 4 Evalúa y monitorea los procesos de desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplica técnicas de medición para evaluar la eficacia y eficiencia de los procesos ▪ Conoce las principales metodologías para definir, evaluar y monitorear los procesos ▪ Documenta oportunidades de mejora de procesos ▪ Identifica alternativas para mejorar los procesos actuales de la organización ▪ Identifica áreas de mejora y desarrolla planes de mejora de los procesos de la organización ▪ Mapea e integra los procesos de la organización
Nivel 5 Mejora estratégicamente los procesos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aprovecha y apoya las oportunidades de mejora de los procesos ▪ Crea estrategias para mejorar sistemáticamente a los procesos de la organización ▪ Fomenta una cultura de mejora continua de procesos ▪ Diseña estrategias para mejorar los procesos considerando los beneficios de la organización ▪ Prioriza la mejora de los procesos con base en los resultados de eficacia y eficiencia

3.2 Modelos y SPI

3.2.1. Metodologías, modelos y guías de SPI

Metodologías, modelos y guías de SPI	
Conoce las principales metodologías, modelos, guías de implantación y modelos de evaluación de procesos utilizados durante las iniciativas de SPI	
Nivel 1 Conoce el PRM y su método de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conoce la estructura y los procesos del PRM que está adoptando la organización ▪ Participa en la evaluación de las guías, modelos y metodologías de SPI ▪ Tiene un conocimiento básico de los métodos de evaluación de procesos que define el PRM ▪ Conoce las características de los productos que tiene que generar de acuerdo al PRM
Nivel 2 Conoce a detalle los procesos que son su responsabilidad	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conoce detalladamente las actividades, los productos y los roles de los procesos que son su responsabilidad ▪ Conoce el método de evaluación de procesos del PRM que está adoptando la organización ▪ Conoce los procesos que define el PRM que está adoptando la organización ▪ Conoce detalladamente el flujo de actividades y productos de los procesos que son su responsabilidad
Nivel 3 Tiene conocimientos avanzados de SPI	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comprende los objetivos, los procesos y las fases del PRM que está adoptando la organización ▪ Conoce el flujo de actividades y productos del PRM que está adoptando la organización ▪ Conoce las etapas, fases y actividades de la guía de implantación que está utilizando la organización ▪ Conoce y domina el método de evaluación del PRM que está adoptando la organización
Nivel 4 Es experto en SPI	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analiza la compatibilidad de las metodologías, modelos y guías de SPI con la organización ▪ Analiza los casos de éxito de la implantación del PRM que está adoptando la organización ▪ Analiza los factores de fracaso en la implantación del PRM que está adoptando la organización ▪ Sabe cómo implantar el PRM seleccionado en la organización ▪ Sabe cómo utilizar las guías de implantación seleccionada en la organización ▪ Selecciona el PRM más adecuado para las características de la organización ▪ Selecciona la guía de implantación más adecuada para la iniciativa de SPI en la organización ▪ Adapta y ajusta el PRM a las características de la organización
Nivel 5 Conoce el impacto global y estratégico de SPI	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analiza el impacto y los beneficios de la implantación de los PRM en la organización ▪ Conoce los costos y tiempos de la implantación de los PRM y sabe cómo estimarlos ▪ Conoce el retorno de inversión de la implantación de los PRM y sabe cómo calcularlo ▪ Sabe cómo integrar la implantación del PRM con iniciativas de mejora previas

3.2.2. Administración de proyectos de SPI

Administración de proyectos de SPI	
Planea, establece prioridades y metas, asigna recursos, implementa y comunica planes de SPI, ajusta el trabajo, optimiza los recursos del proyecto de SPI	
Nivel 1 Organiza sus actividades de SPI	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comprende los objetivos, ciclos de vida y las fases de la iniciativa SPI ▪ Define metas, actividades y requerimientos personales de SPI alineados con la iniciativa SPI ▪ Mantiene registros detallados y conoce en todo momento la situación de sus actividades de SPI ▪ Organiza y prioriza sus actividades de SPI para cumplir con los plazos establecidos y las normas
Nivel 2 Apoya la planeación de las actividades de SPI	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Monitorea el logro de sus objetivos SPI y la calidad de las actividades de SPI realizadas ▪ Monitorea y evalúa el impacto del plan de trabajo SPI en los empleados ▪ Utiliza eficazmente herramientas de programación y planificación personal y de gestión del tiempo ▪ Realiza una planeación de la mejora de los procesos que son su responsabilidad
Nivel 3 Ejecuta, supervisa y controla la actividades de SPI	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elimina las barreras y problemas que impiden el progreso de la iniciativa SPI ▪ Establece plazos realistas para la realización de las actividades de SPI ▪ Cierra la brecha entre el estado actual y la dirección futura deseada de la iniciativa de SPI ▪ Se asegura que los actores y el equipo de SPI estén en el lugar correcto en el momento adecuado ▪ Supervisa el progreso de las actividades de SPI de acuerdo con un cronograma establecido
Nivel 4 Administra la iniciativa de SPI	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ajusta el plan, los objetivos, y las prioridades de la iniciativa de SPI basándose en las necesidades de la organización y en la realimentación de los actores de SPI ▪ Ajusta los plazos y los recursos de la iniciativa de SPI para superar los problemas y obstáculos ▪ Alinea los objetivos de SPI con los objetivos, los recursos y prioridades de la organización ▪ Convierte las metas de SPI en actividades y responsabilidades para los actores de SPI ▪ Define claramente los objetivos, la dirección y las actividades de la iniciativa de SPI ▪ Desarrolla, justifica, gestiona, supervisa y ajusta el presupuesto para la iniciativa SPI ▪ Dirige la iniciativa SPI para lograr el estado futuro deseado de la organización ▪ Planea la asignación de personal, recursos, herramientas e instalaciones en la iniciativa de SPI ▪ Planea la iniciativa de SPI considerando los costos, los tiempos, las necesidades y los recursos
Nivel 5 Planifica y organiza la iniciativa de SPI a nivel estratégico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Articula la visión y la estrategia de SPI en el contexto de las prioridades generales de la organización ▪ Considera las implicaciones de las decisiones organizacionales en la iniciativa de SPI ▪ Desarrolla métricas, modelos y herramientas para estimar el valor que se deriva de la iniciativa de SPI ▪ Desarrolla planes estratégicos a corto y largo plazo y la visión para la iniciativa de SPI ▪ Establecer y comunica las prioridades de SPI dentro de la organización ▪ Identifica y evalúa las posibles direcciones futuras de la iniciativa de SPI ▪ Mantiene un equilibrio costo-beneficio y controla la toma de riesgos de la iniciativa de SPI ▪ Resuelve problemas de costos, técnicos o de planeación en la iniciativa de SPI ▪ Revisa continuamente el rendimiento y el retorno de inversión de la iniciativa de SPI ▪ Satisface las necesidades de recursos y de información en la iniciativa SPI ▪ Solicita informes periódicos sobre el estado de la iniciativa de SPI ▪ Vincula la iniciativa de SPI a programas y fondos de gobierno para apoyar la industria del software ▪ Vincula los objetivos de la iniciativa de SPI con los objetivos organizacionales ▪ Evalúa el impacto de la iniciativa de SPI en las políticas, procedimientos y métodos actuales ▪ Supervisa y controla el cumplimiento de los objetivos y los plazos de la iniciativa de SPI

3.2.3. Herramientas, sistemas y tecnologías para SPI

Herramientas, sistemas y tecnologías para SPI	
Diseña, modifica y evalúa las herramientas, sistemas y tecnologías que facilitan la planeación, ejecución, evaluación y control de la iniciativa de SPI y que facilitan la colaboración y el trabajo de los actores de SPI	
Nivel 1 Utiliza las herramientas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identifica nuevos requerimientos y especificaciones para las herramientas de soporte a SPI ▪ Participa en las evaluaciones de la eficiencia de las herramientas y sistemas de soporte de SPI ▪ Utiliza las herramientas de soporte actuales para realizar sus actividades de SPI
Nivel 2 Evalúa y diseña herramienta de soporte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apoya a los actores de SPI en el uso de las herramientas y sistemas de soporte de SPI ▪ Apoya en el diseño y elaboración de las herramientas y sistemas de soporte de SPI ▪ Identifica sistemas de soporte de SPI para satisfacer las necesidades específicas de SPI ▪ Propone cambios para mejorar la eficiencia de las herramientas de soporte de SPI
Nivel 3 Desarrolla herramientas de soporte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Administra la implementación de herramientas y sistemas de soporte de SPI nuevos ▪ Comprende y domina las herramientas y sistemas de soporte de la iniciativa de SPI ▪ Desarrolla herramientas y sistemas de soporte de SPI y las adapta a la iniciativa de SPI ▪ Garantiza el acceso y la seguridad de las herramientas y sistemas de soporte de SPI ▪ Identifica requerimientos y especificaciones para nuevas herramientas de soporte a la iniciativa de SPI ▪ Proporciona una documentación clara de las operaciones de las herramientas de soporte ▪ Soluciona problemas relacionados con las herramientas de soporte a la iniciativa de SPI
Nivel 4 Utiliza estratégicamente herramientas de soporte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comprende y promueve el uso ético y legal de la tecnología de soporte a las iniciativas de SPI ▪ Demuestra comprensión de las tecnologías emergentes de soporte a las iniciativas de SPI ▪ Diseña, evalúa e integra las herramientas de soporte a SPI ▪ Identifica y evalúa las deficiencias de las herramientas y sistemas de soporte de SPI ▪ Utiliza las herramientas de soporte de SPI para mejorar la productividad en la iniciativa de SPI ▪ Utiliza las herramientas de SPI para facilitar la realimentación de los actores de SPI
Nivel 5 Patrocina herramientas de soporte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analiza el impacto de nuevas tecnologías en la iniciativa de SPI ▪ Aprovecha el conocimiento de los empleados para desarrollar herramientas de soporte de SPI ▪ Establece prioridades y aprueba inversión para herramientas de soporte a la iniciativa de SPI ▪ Utiliza las herramientas y sistemas de soporte de SPI para tomar decisiones estratégicas de SPI

3.2.4. Administración del conocimiento de SPI

Administración del conocimiento de SPI	
Adquiere, organiza y comparte información de la iniciativa SPI para el beneficio de la organización y para que los actores de SPI resuelvan situaciones y problemas de SPI	
<p>Nivel 1 Captura, crea y guarda conocimientos</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entiende el conocimiento y flujos de información relevante para su función en la iniciativa de SPI ▪ Participa en actividades para facilitar el intercambio y comparte el conocimiento y la información ▪ Recopila, crea, guarda y utiliza el conocimiento relacionado con su rol en la iniciativa SPI ▪ Utiliza los procesos, herramientas y normas de administración de conocimiento de SPI
<p>Nivel 2 Ayuda a la administración del conocimiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ayuda a los actores de SPI a adquirir y compartir los conocimientos de la iniciativa de SPI ▪ Determina el conocimiento y la información necesaria para actividades y tareas de SPI nuevas ▪ Revisa y reporta lagunas de conocimiento que puedan impedir la realización de las actividades de SPI ▪ Trabaja con los actores de SPI para mantener actualizado el conocimiento de SPI ▪ Consulta los conocimientos previamente adquiridos y evalúa si se aplican a las situaciones actuales
<p>Nivel 3 Apoya y fomenta Integra la administración del conocimiento en la iniciativa de SPI</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Asesora en temas técnicos relacionados con los procedimientos y las herramientas de administración de conocimiento ▪ Identifica y monitorea fuentes externas e internas de conocimiento de SPI ▪ Contribuye al desarrollo de procesos, herramientas y estándares de administración de conocimiento ▪ Facilita a los actores de SPI para encontrar conocimientos e información pertinente ▪ Organiza los conocimientos de SPI de acuerdo al esquema de clasificación establecido ▪ Se asegura que las actividades de administración de conocimiento se realicen durante la iniciativa de SPI
<p>Nivel 4 Integra la administración del conocimiento en las estrategias de la iniciativa SPI</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrolla e implementa las políticas de acceso, difusión y de gestión de la información de SPI ▪ Diseña y establece sistemas para recopilar, compartir y evaluar los conocimientos de la iniciativa SPI ▪ Identifica y adquiere fuentes internas y externas de conocimiento para la iniciativa de SPI ▪ Identifica y construye redes sociales que permiten el flujo de conocimientos e información ▪ Inspira y promueve entre los actores de SPI el intercambio y la captura de conocimientos ▪ Desarrolla, articula, e integra las estrategias de administración de conocimiento con las estrategias y procesos de la iniciativa de SPI
<p>Nivel 5 Fomenta una cultura de conocimiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apoya la implementación y evalúa el impacto de procesos de administración de conocimiento en la iniciativa de SPI ▪ Desarrolla planes de capacitación individuales y organizacionales con respecto a la administración de conocimiento ▪ Fomenta una cultura donde se valore y se administre el conocimiento de la iniciativa de SPI ▪ Fomenta el intercambio de conocimientos y recursos entre los actores de SPI

Vita



Ismael Edrein Espinosa Curiel

Nació en Compostela, Nayarit, el 4 de octubre de 1982. Se graduó con honores de la Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Tepic en diciembre de 2004. Se le otorgó el grado de Maestro en Ciencias en Ciencias de la computación en el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) en noviembre de 2008. Obtuvo el grado de Doctor en Ciencias en Ciencias de la Computación en el CICESE en junio de 2013. Sus áreas de investigación se centran en ingeniería de software, en adopción de modelos y estándares de calidad de software, en mejora de procesos de software, en metodologías ágiles de desarrollo de software, y en los factores humanos y sociales del desarrollo de software y de la mejora de procesos.